

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE JOINVILLE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL

IURY DE ARAUJO

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE BOMBEIROS PARA SALVATAGEM.

Joinville

2016

IURY DE ARAUJO

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE BOMBEIROS PARA SALVATAGEM.

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Naval, da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Naval.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira.

Co-orientador: Prof. Dr. Thiago Pontin Tancredi.

Joinville

2016

Araujo, Iury, 1993-

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE BOMBEIROS PARA
SALVATAGEM.

Iury de Araujo. – 2016

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) –

Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de
Engenharia Naval, 2016.

1. Projeto náutico. 2. Lancha de resgate. 3. Metodologia de
projeto.

IURY DE ARAUJO

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE BOMBEIROS PARA SALVATAGEM.

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro Naval e aprovado em sua forma final pela Comissão examinadora e pelo Curso de Graduação em Engenharia Naval da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville (SC), 06 de julho de 2016

Prof. Thiago Pontin Tancredi, Dr.

Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cristiano Vasconcellos Ferreira, Dr. Eng.

Orientador

Prof. Bernardo Luis R. de Andrade, Dr.

Membro

Prof. Regis Kovacs Scalice, Dr.

Membro

Prof. Thiago Pontin Tancredi, Dr.

Membro

AGRADECIMENTOS

- Agradeço à Deus, por todas as oportunidades concedidas, sempre acompanhadas de pessoas tão importantes e que fazem essa estadia bem mais prazerosa.
- Aos meus pais, Mauri e Elizabete, os maiores exemplos de amor e superação que tenho e me espelho, e aos meus irmãos, Tainá, Aron e Tuany, por todos os momentos juntos, vocês são demais.
- Aos professores que estiveram presentes nessa jornada, em especial ao professor Cristiano V. Ferreira, por toda a paciência, colaboração e ensinamentos passados durante a orientação deste trabalho. Também agradeço ao professor Thiago P. Tancredi pelos ensinamentos e tamanha disposição nesta tarefa.
- Aos amigos e colegas feitos durante essa graduação, foi uma trajetória bem mais leve e graciosa com as vossas presenças. Certamente não conheço a metade de vocês como gostaria; e gosto de mais da metade, menos da metade que vocês merecem¹.
- Ao Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, em especial aos batalhões de Garuva, Itajaí, Balneário Camboriú e ao Grupo de Busca e Salvamento (GBS) de Florianópolis, pela disponibilidade e cooperação.
- Ao Gustavo, da empresa Gamper Náutica, pelos conhecimentos disponibilizados, tanto pelo questionário aplicado quanto por conversas tidas.

¹ Trecho inspirado em frase dita por Bilbo Bolseiro, no livro Senhor dos Anéis.

RESUMO

Embarcações de pequeno porte destinadas ao salvamento aquático carecem de pesquisas aprofundadas quanto aos seus atributos e aspectos do ciclo de vida. Buscando a melhora da qualidade de serviço nas atividades de salvamento, o presente trabalho propõe o projeto de uma lancha de resgate. A metodologia de projeto utilizada mistura o processo de desenvolvimento integrado de produtos industriais com o processo sequencial e iterativo tradicionalmente usado na Engenharia Naval. Esta abordagem foi denominada “metodologia híbrida” de desenvolvimento de embarcações. Em um primeiro momento é apresentado o processo de desenvolvimento de produtos industriais, com foco nas fases de projeto informacional e conceitual. Na sequência são estudados o projeto naval e sua representação na forma da espiral de projeto. Ao longo do trabalho é apresentado o levantamento bibliográfico e de mercado sobre embarcações de salvatagem, cujo projeto é objetivo principal deste trabalho. Como resultados obtiveram-se um modelo de embarcação de salvatagem proposto e uma avaliação da metodologia híbrida de desenvolvimento de embarcações.

Palavras-chave: Projeto Náutico. Lancha de Resgate. Metodologia de Projeto.

ABSTRACT

Small size rescue lifeboats need more attributes and life-cycle researches. Seeking a better quality on search and rescue operations, the present report proposes a rescue lifeboat design. For the design was used the steps of informational and conceptual design, from integrated product development, and preliminary design from Evans spiral, largely applied in ship design. This methodology was named “hybrid methodology”. Firstly, the industrial product development process is presented with focuses on the phases of informational and conceptual design. Then, the steps of ship design are showed. In addition, this report describes the bibliographic and market survey on salvage vessels. The results were a firefighter’s lifeboat model and a hybrid methodology evaluation of the boat design.

Keywords: Nautical Design. High-speed Rescue Craft. Design Methodology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BM – distância entre o centro de carena e o metacentro da embarcação;

GM – altura metacêntrica, distância entre o centro de gravidade e o metacentro;

GZ – braço de endireitamento, distância entre os centros geométrico e de empuxo;

HSC Code – High Speed Craft Code, termo inglês que se refere a uma norma de segurança para embarcações de alta velocidade;

KB – distância vertical entre a quilha e o centro de carena;

KG – distância vertical entre a quilha e o centro geométrico;

L/B – razão de comprimento sobre a boca da embarcação;

LCG – coordenada longitudinal do centro geométrico da embarcação;

RIB – termo em inglês (*Rigid-Inflatable Boat*) utilizado para embarcações com casco rígido e colares infláveis, também conhecidas como semirrígidas;

T-top – equipamento para cobertura parcial do convés e abrigo da tripulação;

VCG – coordenada vertical do centro geométrico da embarcação;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Metodologia proposta.....	8
1.2	Objetivos	11
1.3	Metodologia científica	11
1.4	Estrutura do documento	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	Processo de Desenvolvimento Integrado De Produtos Industriais	13
2.2	Metodologia de Desenvolvimento de embarcações.....	23
3	EMBARCAÇÕES DE RESGATE COSTEIRO	29
3.1	Tipo, missão e características.....	29
3.2	Embarcações utilizadas em outros países.....	30
3.3	O uso de semirrígidos em operações de resgate	33
4	DESENVOLVIMENTO DA EMBARCAÇÃO DE SALVATAGEM	37
4.1	Projeto Informacional da embarcação	38
4.2	Projeto Conceitual da embarcação	52
4.3	Projeto Preliminar da embarcação.....	61
5	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS	78
	APÊNDICE A – Questionário Aplicado e Respostas	80
	APÊNDICE B – Imagens de Embarcações de Itajaí e Balneário Camboriú	91

1 INTRODUÇÃO

A expressão "busca e salvamento", também entendida como socorro, significa todo ato ou atividade efetuados para prestar auxílio à vida humana em perigo no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores (BRASIL, 1984).

Das mortes causadas por afogamento no Brasil, 65% ocorrem em ambientes de água doce e que 47% desses casos ocorreram em águas naturais, principalmente rios, lagos e represas. O Estado de Santa Catarina destaca-se por sua geografia, apresentando uma grande quantidade de locais que podem ser utilizados para o lazer e a diversão na área aquática, tornando maior o risco de afogamentos (LEAL, 2012).

Ainda, de acordo com Leal (2012)

“A qualidade na prestação de serviços é imprescindível para que qualquer empresa ou organização pública tenha uma boa visibilidade perante a sociedade. E o aumento do grau de confiança da população, somente é adquirido através do desempenho de serviços com eficiência, qualidade e profissionalismo por parte da Corporação.” (p. 16)

Apesar da importância existente nos equipamentos de socorro, uma rápida visita às unidades de corpo de bombeiros existentes, feita neste trabalho, já evidencia a escassez de embarcações especificamente projetadas para essa finalidade.

As embarcações encontradas nas unidades do corpo de bombeiros visitadas, conforme será mostrado posteriormente, são embarcações utilizadas para o lazer, porém com uma pintura diferenciada e alguns equipamentos de segurança adicionais.

Esse fato acarreta em situações como a relatada pelo corpo de bombeiros em entrevistas, aonde, em operações de mergulho, todo o equipamento é deixado sobre o convés, sem nenhum alojamento ou volume, para melhor alocação, manipulação e utilização.

As unidades de bombeiros visitadas, em Florianópolis, Balneário Camboriú e Itajaí, relataram a carência de embarcações pensadas nas atividades desenvolvidas. Este cenário motiva o presente trabalho e justifica o desenvolvimento de uma embarcação de resgate percorrendo as fases de projeto informacional e conceitual, da metodologia de desenvolvimento integrado de produtos industriais, para a captação das necessidades dos usuários e também para a análise funcional da mesma. Esse projeto trará contribuições quanto ao arranjo da embarcação, que será feito mediante as informações colhidas na fase informacional do projeto e também sua funcionalidade trabalhada na fase conceitual.

1.1 Metodologia proposta

O processo de desenvolvimento de produtos náuticos conta com alta densidade de informações no início do projeto, especialmente nas etapas de levantamento, tratamento e seleção das informações e concepções a serem utilizadas, retardando o desenvolvimento dessas etapas além de apresentarem uma certa desorganização no fluxo de informações (MORAES, 2013).

Neste contexto, Moraes (2013) também ressalta que apesar de se tratar de um produto de extrema complexidade, o desenvolvimento de um produto náutico pode ser encarado tal qual o de um produto industrial, pelo menos no que se refere ao fluxo de informações.

Com isso, vê-se em um primeiro momento a necessidade de organização no fluxo de informações no início do projeto e em um segundo momento a possibilidade de obter essa organização através do que é encontrado na metodologia de desenvolvimento de produtos industriais.

Kreuger (2008) menciona que o processo de projeto de uma embarcação requer conhecimento de diferentes áreas para apresentar uma engenharia bem sucedida. Normalmente, projetos navais são desenvolvidos por escritórios que contam com integrantes das áreas de engenharia naval, *design* de interiores, especialistas em cálculo estrutural, engenheiros elétricos, entre outros (NAZAROV, 2006).

Krueger (2008) também menciona estudos na área de engenharia naval que relacionam as práticas de projetos industriais com o projeto de embarcações, buscando avanços na metodologia de projetos de embarcações, como visto em Laverghetta & Brown (1999). Este fato reforça o potencial de uma integração entre metodologias, conforme proposto neste trabalho.

Fonseca (2000) mostra que um trabalho intuitivo no início do projeto, dada a escassez de informações, poderia gerar esforços direcionados inadequadamente, acarretando desperdícios de materiais e recursos humanos. Com isso, torna-se conveniente desenvolver o projeto informacional de uma maneira sistematizada, visando concentrar esforços nas direções mais promissoras, para atingir os objetivos de projeto da forma mais eficiente o possível.

Em outras palavras, dada a grande quantidade de informações existentes no início do projeto de uma embarcação torna-se interessante a implantação de um processo sistematizado nas fases de projeto informacional e conceitual visando o melhor aproveitamento dessas informações e seu direcionamento para a direção mais promissora.

Neste sentido as metodologias de projeto de produtos industriais, trazidas por autores como Rozenfeld et al. (2006) e Back et al. (2008), podem ser utilizadas para a organização dessas informações. Esses autores organizam o início do processo de desenvolvimento em duas fases. A primeira, chamada de Projeto Informacional, prevê a tradução da voz dos clientes em especificações de projeto. E, a segunda, chamada de Projeto Conceitual, busca o desenvolvimento e seleção de alternativas de soluções viáveis para o problema de projeto.

Com relação ao processo de projeto naval, este é descrito por intermédio de um modelo denominado de “espiral de projeto”, o qual representa o processo, as áreas de projeto envolvidas e etapas necessárias para se chegar às soluções viáveis (LAVERGHETTA & BROWN, 1999). A espiral é caracterizada por uma sequência de tarefas, pelas quais o projetista passa mais de uma vez, agregando mais detalhes e especificações durante a evolução do projeto. Cada volta é caracterizada como sendo uma macro etapa de projeto (NAZAROV, 2006).

A natureza iterativa presente no projeto naval se deve a complexidade desse tipo de projeto. Desta forma, uma embarcação não pode ser obtida somente através de um conjunto de equações, as quais são resolvidas diretamente. Ao invés disso, o processo de projeto naval conta com uma sequência de passos, a qual compreende a definição das características principais da embarcação, de modo a balancear um grande número de atributos conflitantes de desempenho. No início de projeto, esses passos são seguidos até que todas as características sejam definidas (LAMB, 2003), ou, em caso de escassez de informação, sejam estimadas da melhor forma possível (EVANS, 1959).

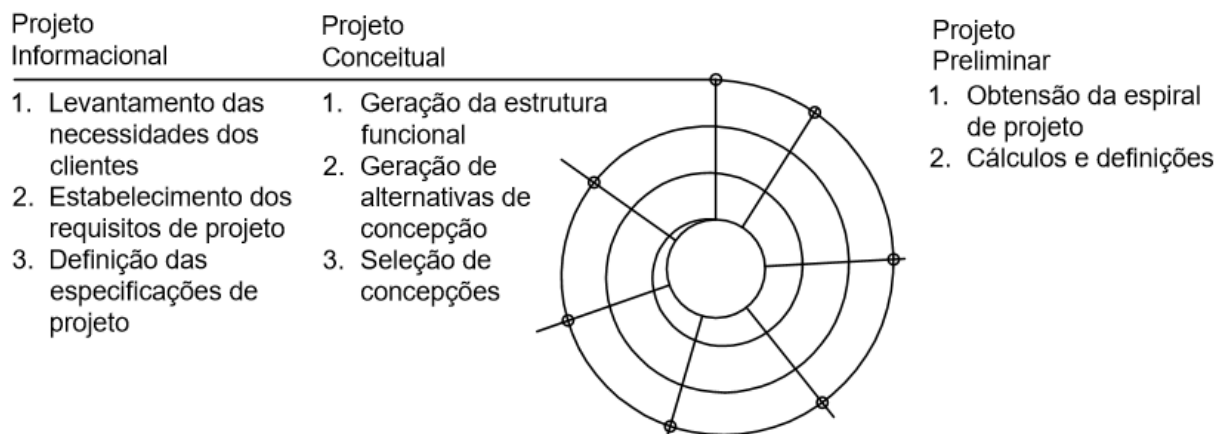
Em suma, a metodologia de desenvolvimento de projeto empregada neste trabalho, denominada de metodologia híbrida terá como base:

- A metodologia de desenvolvimento integrado de produtos segundo as visões de Rozenfeld et al. (2006), Back et al. (2008) e Fonseca (2000), no que se refere as fases de projeto informacional e conceitual;

- A metodologia de desenvolvimento de embarcações, por intermédio da aplicação dos conceitos fornecidos por Evans (1959), Taggart (1985), Lamb (2003) e Nazarov (2012), na realização da fase do projeto preliminar

Esta abordagem está ilustrada na Figura 1.1. Nota-se, em um lado da espiral de projeto, as fases do projeto informacional e conceitual e atividades marcantes nessas fases. Já no lado direito, é notado o projeto preliminar, baseado na espiral de projeto, proposta por Evans (1959).

Figura 1.1 - Fases do PRODIP utilizadas no modelo híbrido.



Fonte: Autor (2016). Adaptado de Kreuger (2008).

Esse modelo híbrido de metodologias de projeto foi também introduzido por Kreuger (2008) em sua monografia. A autora menciona que caso ocorra o desenvolvimento de projetos no estaleiro, “as embarcações deverão ser pensadas como produtos, e deverão estar de acordo com o portfólio da empresa, beneficiando suas estratégias e atingindo seus objetivos corporativos” (p. 67). Esta abordagem busca organizar as informações iniciais de projeto para então dar início às definições a partir do sequenciamento da espiral de projeto.

Dentro de uma visão de um modelo híbrido, no que se refere às fases informacional e conceitual, embora sejam encontradas algumas diferenças quanto às tarefas dentro de cada fase de projeto, Rozenfeld et al. (2006) e Back et al. (2008) concordam no que se refere às funções desempenhadas por cada fase, tais como o tratamento das necessidades no projeto informacional e a geração de concepções no projeto conceitual.

Já para as fases de projeto preliminar, estabelecidas com base na metodologia naval, a base desse trabalho será a visão trazida por Lamb (2003) com comparações do conceito metodológico apresentadas nos trabalhos de Taggart (1980) e Nazarov (2012).

1.2 Objetivos

O objetivo geral é realizar o projeto informacional, conceitual e iniciar o projeto preliminar de uma embarcação destinada à salvação para resgate de pessoas.

Neste contexto, constituem os objetivos específicos:

- i. Identificar os tipos e as principais características das embarcações destinadas à salvação;
- ii. Aplicar os conhecimentos de desenvolvimento integrado de produto no desenvolvimento de embarcações destinadas à salvação;
- iii. Aplicar os conhecimentos de engenharia naval no desenvolvimento de embarcações destinadas à salvação;
- iv. Apresentar um conceito de embarcação de salvação para apoio ao resgate de pessoas.
- v. Comparar a solução obtida pela metodologia proposta, com as atuais soluções em operação

1.3 Metodologia científica

Este trabalho conta com uma fase inicial de captação de informações junto à usuários e fabricantes do tipo de embarcação em projeto. Tal captação é feita mediante um questionário aplicado através de visitas feitas aos alvos desse levantamento inicial.

Logo após, as informações colhidas são tratadas com a finalidade de obter especificações-meta, principal resultado do projeto informacional da embarcação de salvação.

Com isso, o desmembramento funcional da embarcação pode ser feito, buscando a abstração de conhecimentos específicos para as possíveis soluções de projeto. Nesta fase, o resultado é a geração e seleção de alternativas de concepção para seguir o projeto.

No projeto preliminar, o projeto técnico da embarcação é iniciado tendo como objetivo o refino, ou detalhamento, das concepções existentes. Esta fase do projeto, conta com a obtenção da espiral de projeto e então com os cálculos e definições da embarcação.

Neste sentido esta pesquisa pode ser classificada quanto ao método científico como dedutiva, uma vez que a dedução de hipóteses será feita com informações captadas, tendo assim um objetivo de estudo exploratório, pelo fato de buscar maior familiaridade com o problema proposto, que é o projeto de embarcações de resgate.

Já no procedimento técnico temos as classificações de pesquisa bibliográfica e de levantamento, já que as informações utilizadas no projeto foram levantadas através de questionários aplicados e também de pesquisas, tanto da área de busca e salvamento quanto no desenvolvimento de embarcações. Finalmente, a abordagem pode ser vista como quantitativa, uma vez que os esforços de projeto são direcionados na solução de parâmetros mensuráveis, que são os requisitos de projeto. A Tabela 1.1 ilustra melhor os critérios e classificações definidos.

Tabela 1.1 – Delineamento da pesquisa.

Critério	Classificação
Método científico	Dedutivo
Objetivo do estudo	Exploratório
Procedimento técnico	Pesquisa bibliográfica Levantamento
Abordagem	Quantitativa

Fonte: Autor (2016). Adaptado de Prodanov (2013).

1.4 Estrutura do documento

No capítulo 1 tem-se a introdução deste trabalho contendo as informações como a justificativa, o cenário, os objetivos e a metodologia adotada nesta pesquisa.

O capítulo 2 trará uma revisão bibliográfica a respeito de conceitos metodológicos de projeto de produtos e também de embarcações. Ao longo desse capítulo também será apresentada a metodologia que será utilizada no projeto da embarcação de salvatagem.

O capítulo 3 objetiva o levantamento de informações a respeito de embarcações de salvatagem.

No capítulo 4 será apresentado o projeto da embarcação de salvatagem considerando as fases de projeto informacional e de projeto conceitual, para então dar entrada na espiral de projeto visando o aprimoramento dos conceitos desenvolvidos e obtenção do arranjo da embarcação.

O capítulo 5, de conclusões, discute, a partir do trabalho realizado, críticas sobre o processo metodológico utilizado e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

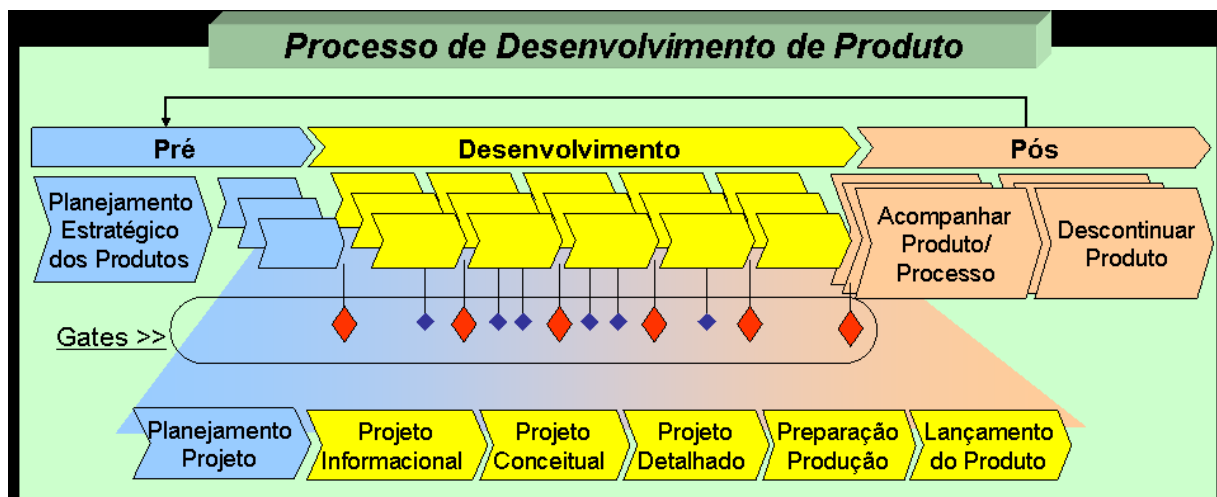
Apresentam-se neste capítulo os conceitos fundamentais de desenvolvimento integrado de produtos e também do projeto de embarcações.

2.1 Processo de Desenvolvimento Integrado De Produtos Industriais

O processo de desenvolvimento de produtos pode ser estruturado, conforme proposto por Rozenfeld et al. (2006) e ilustrado na Figura 2.1, nas fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. No pré-desenvolvimento, ocorre o planejamento do produto e do projeto. E, no pós-desenvolvimento, o acompanhamento do produto e do processo e a descontinuação do produto no mercado.

A fase de desenvolvimento de produtos contempla as etapas de projeto informacional, conceitual, detalhado, preparação da produção e lançamento do produto no mercado.

Figura 2.1 - Modelo proposto por Rozenfeld para o desenvolvimento de produtos industriais.



Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

Vale ressaltar que não existe uma visão única de todo esse processo de projeto, sendo que das várias atividades e tarefas existentes ao longo do desenvolvimento, algumas podem estar alocadas em diferentes fases do desenvolvimento para diferentes pesquisadores. Por exemplo, Back et al (2008) introduzem a fase de projeto preliminar, entre o projeto conceitual e o projeto detalhado.

A fase informacional tem como objetivo definir as especificações de projeto do produto. Para a obtenção destas, primeiramente são captadas as necessidades dos clientes e os requisitos de projeto relacionados com o ciclo de vida do produto. Por fim, são definidas as especificações de projeto. A fase informacional encerra-se com a avaliação e aprovação das especificações de projeto pela direção da empresa, atualização do estudo de viabilidade técnica, econômica e financeira do projeto e, do plano de projeto (ROZENFELD et al., 2006).

O projeto conceitual utiliza as especificações definidas para a obtenção da concepção do produto. Para isso, inicialmente o produto é desmembrado em suas subfunções, gerando uma estrutura funcional do mesmo. Com base nessa estrutura, alternativas de concepções do produto são geradas, sendo selecionada a mais adequada às especificações de projeto (ROZENFELD et al., 2006). Com a concepção do produto, o contato com os fornecedores pode ser fortalecido, sendo possível o início do processo de fabricação do produto. Esta fase encerra-se com a concepção do produto aprovada pela direção. Segundo Back et al. (2008), além das especificações de projeto, o custo meta, os riscos de desenvolvimento e as metas de qualidade e segurança para a seleção das soluções.

Na fase do projeto preliminar, o leiaute final do produto é almejado. Back et al. (2008) menciona que são identificadas as especificações de projeto que relacionam os requisitos de forma (dimensões), leiaute (posição), material, segurança, ergonomia e manufatura; definição dos componentes e/ou unidades de grupos existentes a serem utilizados; revisão das patentes e considerações sobre aspectos legais e de segurança; seleção de leiautes alternativos para atender ao número de modelos definidos pelo planejamento de *marketing*; estabelecimento das principais dimensões dos componentes, tipo de material, processo de fabricação, tolerâncias; realização de testes com *mock-up* para confirmar o atendimento dos leiautes alternativos às necessidades do mercado; avaliação dos leiautes dimensionais sob o ponto de vista da viabilidade técnica do projeto, dos processos de manufatura, visando a otimização da concepção. Ainda nesta fase, o desenvolvimento do processo de manufatura é potencializado, são realizados testes em protótipos e planejamento para redução dos custos.

No projeto detalhado, os componentes do produto são especificados em sua plenitude. Nesta fase costumam serem elaborados os manuais de instruções e de assistência técnica; e o catálogo de peças (ROZENFELD et al., 2006).

A seguir estão descritas, de forma mais detalhada, as fases de projeto informacional e conceitual do produto.

2.1.1 Projeto Informacional

Antes de iniciar a descrição do projeto informacional algumas definições quanto as terminologias utilizadas serão apresentadas. Fonseca (2000) define a metodologia de projeto como a sequência de passos bem ordenados que tentem refletir o trabalho a ser realizado na elaboração do projeto. Esta abarca o estudo de mecanismos que facilitam, sistematicamente, a abordagem do projeto. O autor também aborda uma denominação das divisões do processo de projeto que será utilizada neste trabalho e por isso será, também, exposta a seguir.

Fonseca (2000) utiliza os termos “Fases” para denominar as divisões da macro-fase de desenvolvimento, “Etapas” para as divisões das fases, “Tarefas” vêm das divisões das etapas e os “Passos” são um subgrupo das tarefas.

Na fase informacional, a equipe de projeto tem como meta o desenvolvimento de um conjunto de informações, chamado de especificações-meta do produto. (ROZENFELD et al., 2006)

Segundo Fonseca (2000)

O projeto informacional é o sucessor natural do processo de procura, no ambiente do mercado, daqueles desejos insatisfeitos dos consumidores, para orientar na definição do produto que será projetado. No início do projeto, deve-se trabalhar com similares informações e fatores de mercado que deram origem ao denominado problema de projeto. (p. 65)

Fonseca (2000) ainda salienta que “[...] O trabalho consiste em percorrer as fases do ciclo de vida do futuro produto, para dali captar as necessidades que, transformadas em requisitos de usuário primeiro, em requisitos de projeto depois, darão lugar, finalmente, às especificações de projeto”.

Portanto, na fase informacional ocorre o levantamento das necessidades dos clientes, ou no caso do público alvo da embarcação, o tratamento dessas necessidades de forma a obter a especificações do produto.

A seguir são comentadas cada uma das etapas do projeto informacional.

Etapa 1 - Estudo informativo do problema de projeto: se trata de uma familiarização com o problema de projeto, aonde é procurado levantar o maior volume de informação possível sobre o mesmo. (FONSECA, 2000).

As informações que devem ser levantados são: dados do estudo de *marketing*, tipo de produto a ser desenvolvido, tipo de projeto a ser elaborado, volume de fabricação, tipo de produção, tecnologia de produção, desejos explícitos expostos no problema de projeto, restrições do projeto ou do produto e, eventuais, produtos similares.

Etapa 2 - Definição das necessidades dos clientes: existem duas maneiras gerais para a obtenção das necessidades dos clientes. São elas:

- i. Atuando juntamente com os clientes, de todo o ciclo de vida do produto, através de questionários estruturados. É necessário um processamento, classificando as necessidades, ordenando e agrupando-as; e
- ii. Atuando somente entre a equipe de projeto, através de informações obtidas com o *marketing*, experiência da equipe de projeto, informações obtidas na fase de captação das informações.

Na sequência é realizado agrupamento e a classificação das necessidades obtidas considerando cada etapa do ciclo de vida do produto, a qual contempla: projeto, fabricação, montagem, distribuição, venda, uso, manutenção, retirada e descarte.

Etapa 3 - Conversão das necessidades em requisitos de usuários: nesta etapa duas tarefas serão responsáveis pela obtenção dos requisitos de usuários, ou seja as necessidades brutas coletas traduzidas para uma linguagem de projeto.

A primeira delas é a tradução das necessidades brutas à linguagem de projeto, isso implicará em uma sistematização para nomeação dos requisitos. Fonseca (2000) menciona que todo requisito é uma frase curta composta pelos verbos ser, estar ou ter, seguida de um ou mais substantivos, neste caso geralmente é gerado uma expectativa do usuário; ou que tenha verbos diferentes dos três, seguidos de substantivos, neste caso denotará, provavelmente, uma função do produto.

A segunda tarefa desta etapa é identificar os requisitos formadores de funções, ou seja, identificar aqueles que expressam funções que o produto deve ter. Por exemplo, a furadeira deve furar, o serrote deve cortar, o barco navegar etc.

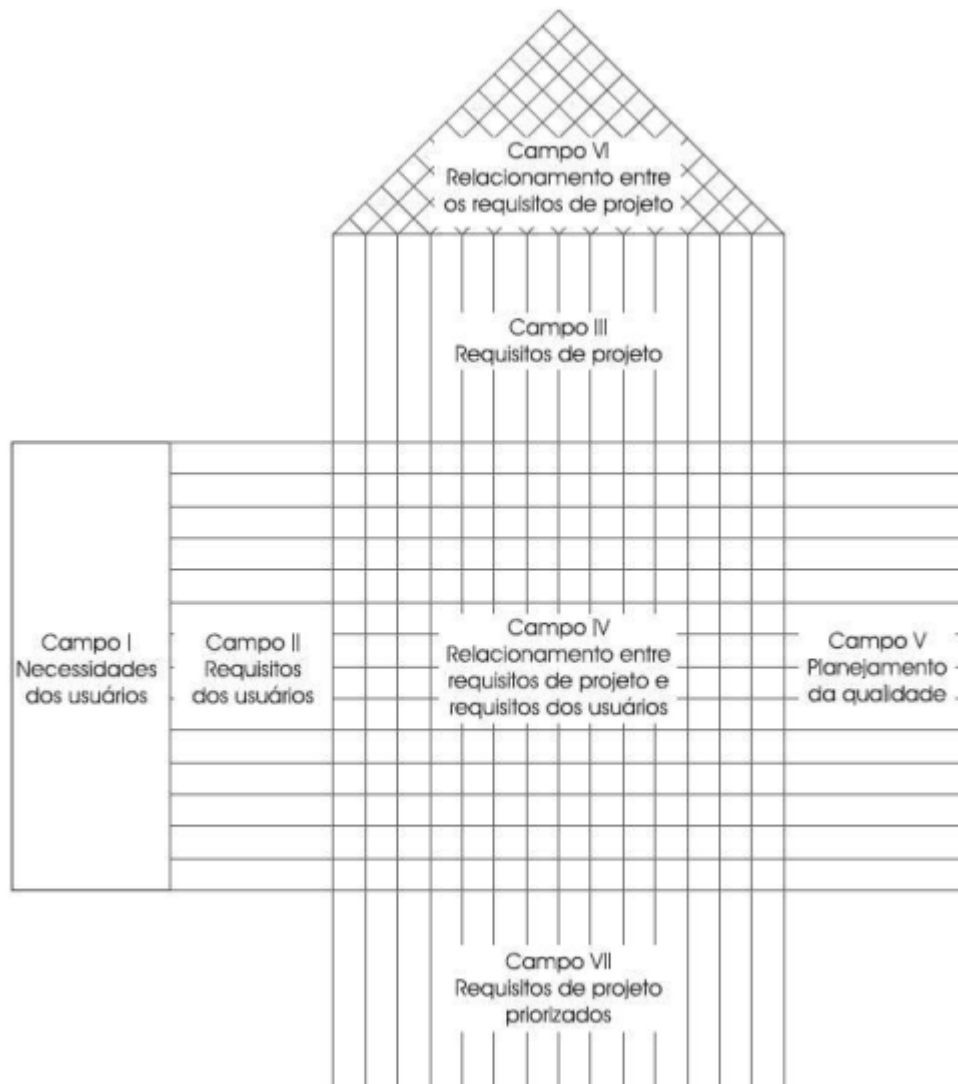
Etapa 4 - Conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto: esta conversão será realizada buscando identificar requisitos (parâmetros) que possam ser atribuídos valores para o atendimento dos requisitos de usuário levantados.

Etapa 5 - Relacionamento dos requisitos de usuário vs. requisitos de projeto: Para realizar esta atividade é empregada a 1ª Matriz do QFD (Quality Function Deployment), ou “Casa da Qualidade”.

O QFD pode ser conceituado como sendo um processo que visa buscar, traduzir e transmitir as informações para que o produto desenvolvido atenda as necessidades dos clientes, por intermédio de desdobramentos sistemáticos, iniciando-se com a determinação da voz do cliente, passando por todos os fatores necessários para o desenvolvimento do produto (bens ou serviços) como: características de qualidade do produto, funções, características de qualidade dos produtos intermediários, parâmetros de controle, processos, mecanismos, padrões, entre diversos outros, cujas escolhas dependem da natureza de cada projeto (Cheng e Filho, 2007).

A Figura 2.2 ilustra a primeira matriz do QFD (Quality Deployment Function), também chamada de casa da qualidade. Nota-se na figura um total de sete campos para preenchimento. No Campo I são informadas as necessidades dos clientes, que são convertidas em requisitos de usuário, listados no Campo II. No Campo III os requisitos de projeto são informados, para então o relacionamento entre eles e os requisitos de usuário ser exposto no Campo IV. Ficando no Campo VII a pontuação das importâncias dos requisitos de projeto, fruto do peso das necessidades com a relação entre os requisitos de usuário e de projeto. O Campo V conta com o planejamento da qualidade do produto, o qual pode ser efetuado mediante uma análise *benchmark* com as necessidades dos clientes e metas de qualidade para o produto em desenvolvimento. No Campo VI, o telhado da matriz, são feitas comparações entre os requisitos de projeto, o objetivo é a identificação de contradições de projeto (FERREIRA, 2009).

Figura 2.2 - Primeira matriz do QFD - casa da qualidade.



Fonte: Ferreira (2009).

Finalizando, o resultado da casa da qualidade deve hierarquizar os requisitos de projeto segundo o grau de importância, para servirem como base na obtenção das especificações de projeto.

Etapa 6 - Definição das especificações de projeto: esta etapa busca a definição de informações (metas) para os requisitos de projeto, de acordo com os objetivos, restrições e metas existentes para o projeto. O requisito de projeto associado a um valor meta recebe o nome de “especificação de projeto”. A hierarquização dos requisitos de projeto ocorre com base no resultado da Matriz do QFD.

2.1.2 Projeto Conceitual

No projeto conceitual, os projetistas buscam, criam, representam e selecionam soluções para o problema de projeto. Inicialmente o produto é desmembrado em uma estrutura funcional, então princípios de solução são propostos para atender às funções tidas. Com isso, através da combinação dos princípios obtidos alternativas de solução são criadas. Após um refinamento na arquitetura do produto, as alternativas de concepções são geradas, já agregando informações a respeito do estilo do produto e de fornecedores (ROZENFELD et al., 2006).

A concepção alcançada no final desta fase já tem uma indicação/descrição das tecnologias do produto, princípios de funcionamento e formas básicas do mesmo. Normalmente essas características são mostradas por meio de um esquema ou modelo tridimensional, que pode também ser acompanhado de um texto explicativo a respeito da solução obtida. (ROZENFELD et al., 2006).

A seguir serão expostas as etapas, tarefas e passos para a realização do projeto conceitual.

Etapa 1 - Modelar funcionalmente o produto: essa modelagem, a funcional, permite a visão do produto a partir de suas funções, o que auxilia o time de projeto a não tomar decisões baseado em soluções específicas do produto, mas sim em suas funcionalidades. Dando um exemplo, o time de projeto passa a ter a informação de que a embarcação deve ser capaz de navegar, e não que ela deve ter um tipo específico de propulsão.

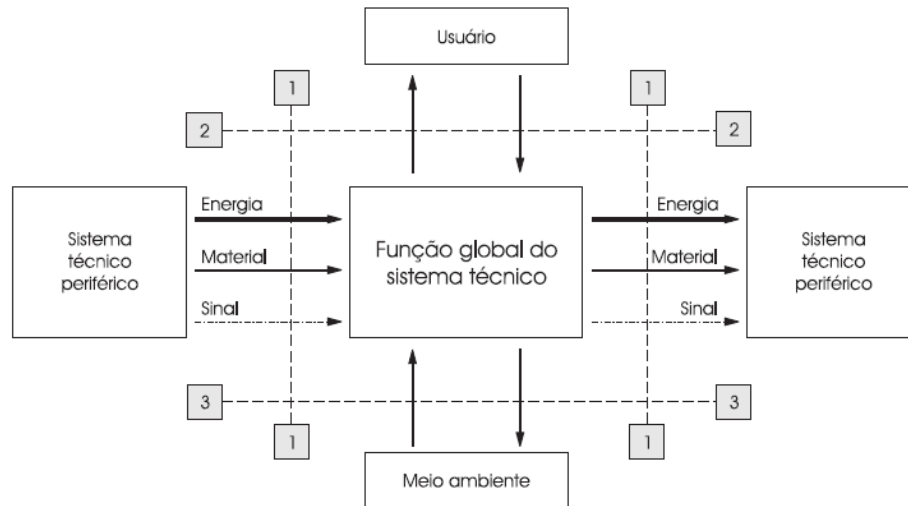
Para modelar o produto inicialmente ocorre a formulação da função global do sistema técnico, onde busca-se a obtenção da função global do produto, bem como a definição das interfaces existentes com o sistema técnico. Para isso, deve-se obter a declaração da função global do produto, a partir das especificações de projeto, sem mencionar como se daria a resolução do problema. Na sequência ocorre a definição das interfaces do sistema técnico, destacando as interfaces com sistemas técnicos periféricos, com usuários e com o meio ambiente.

Back et al. (2008) destaca a importância das interfaces citadas mencionando que:

- Em muitos casos o sistema em desenvolvimento compõe outros sistemas técnicos, daí a importância da interface com sistemas periféricos;
- Também, a interface com o usuário deve ser lembrada para garantir controle sobre o sistema, comandos, informações de entrada e de saída para atuação e identificação do estado de operação e manutenção; e
- Na interface com o meio ambiente, busca-se um projeto robusto e ecologicamente adequado.

A Figura 2.3 mostra a representação da função técnica total e sua interface com o usuário, meio ambiente e sistemas técnicos periféricos.

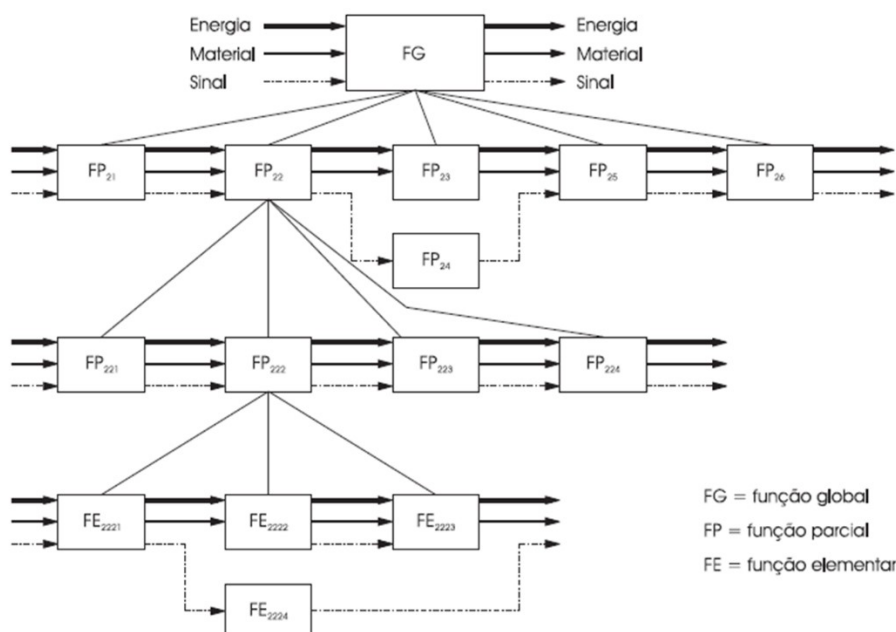
Figura 2.3 - Representação da função técnica total e sua interface com o usuário, meio ambiente e sistemas técnicos periféricos.



Fonte: Back et al. (2008).

A partir da função global é almejado o desenvolvimento da estrutura funcional do produto. Com a definição da função total, ocorre o desenvolvimento da estrutura funcional do sistema técnico. Para isto busca-se um desdobramento para a função global, como ilustrado na Figura 2.4, onde são identificados um conjunto de funções que transformam informações de entradas em informações de saídas, de forma a executar a função total do sistema. Essas soluções deverão atender às restrições e interfaces existentes no sistema (Back et al., 2008).

Figura 2.4 - Esquema de desdobramento funcional.



Fonte: Back et al. (2008).

Etapa 2 – Geração de alternativas de concepção do sistema técnico: serão levantados princípios de solução para cada uma das funções alternativas e então serão formadas as alternativas de concepções do produto. O primeiro passo dessa tarefa é definir os princípios de solução alternativos, a busca pode ser feita por levantamento na literatura técnica, informações de produtos semelhantes ou catálogos de fornecedores. Na sequência é feito o arranjo de concepções alternativas, organizando os princípios de solução de uma forma a facilitar a visão e a obtenção das alternativas de concepção do produto ou sistema técnico.

Back et al. (2008) recomenda o uso da matriz morfológica neste momento. A disposição dessa matriz consiste em alocar em sua primeira coluna todas as funções do produto e ao longo de cada linha alocar os princípios de solução da função existente naquela linha. A Figura 2.5 mostra a matriz morfológica obtida por Alexandre Júnior et al. (2012) no desenvolvimento de um amortecedor automotivo.

Com a matriz morfológica preenchida várias alternativas de concepções podem ser geradas apenas combinando um item de cada linha da matriz. Desse modo, um elevado número de alternativas pode ser gerado.

Etapa 3 – Seleção das concepções viáveis: consiste em avaliar e selecionar as concepções viáveis. Muitas das alternativas geradas são de imediato descartadas pelo fato de não serem compatíveis ou viáveis. Porém, mesmo assim as viáveis devem ser submetidas a um processo de avaliação mais criterioso, para certificar a viabilidade das concepções restantes.

Neste trabalho será utilizado o Método de Pugh (PUGH, 1995 apud FERREIRA, 2009) para a avaliação das concepções geradas perante os requisitos de projeto, representada pela matriz mostrada na Figura 2.6. Usualmente essa matriz é montada com os critérios de avaliação, na primeira coluna, e com as alternativas de concepção, na primeira linha. Os critérios de avaliação podem ser algumas das especificações-meta do produto. A matriz ilustrada é preenchida considerando uma concepção referência, podendo tanto ser um produto já projetado; quanto um concorrente. Com isso, a análise poderá indicar se a concepção é “melhor que”, “igual a” ou “pior que”, através da atribuição de “+”, “-” e “0”, respectivamente (ROZENFELD et al., 2006).

Figura 2.5 - Exemplo de aplicação de uma matriz morfológica.

Funções elementares	Princípios de Solução			
Armazenamento de fluido	Interno	Externo	Externo suspenso	
Fixação no carro	Olhal	Junta esférica		
Fixação no braço de suspensão	Olhal	Junta esférica		
Posicionamento mola	Externo em paralelo	Dois batentes com rosca	Flanges roscadas	Dois flanges fixas
Batente de fim de curso tração	Mola interna na carcaça	Elastômero interno na carcaça		
Batente de fim de curso compressão	Elastômero na haste	Elastômero fixo na carcaça	Mola interna na carcaça	Elastômero interno na carcaça
Fluido	Óleo viscoso	Ar	Nitrogênio	
Regulagem compressão rápida	Agulha regulável com parafuso externo	Regulagem mola/esfera	Regulagem parafuso/esfera	
Regulagem compressão lenta	Agulha regulável com parafuso externo	Regulagem mola/esfera	Regulagem parafuso/esfera	
Regulagem rebound	Regulagem na haste interna	Regulagem na haste externa		

Fonte: Alexandre Júnior et al. (2012).

Com as alternativas de concepções devidamente selecionadas e organizadas, a fase do projeto conceitual é encerrada. Na sequência serão introduzidos conceitos da metodologia de projeto naval, bem como as etapas, tarefas e passos restantes para a obtenção da metodologia híbrida de projeto proposta por este trabalho

Figura 2.6 - Exemplo da matriz de Pugh.

Nº	Critérios generalizados adotados	Concepções alternativas geradas					
		Sol. REF.	Sol. AB	Sol. BD	Sol. XY	Sol. JK	Sol. LM
1	Desempenho de função	0	+	+	-	-	0
2	Viabilidade econômica	0	0	-	+	-	0
3	Fácil uso	0	+	0	+	-	0
4	Alta confiabilidade	0	-	-	0	0	+
5	Fácil manutenção	0	-	-	0	0	+
6	Boa aparência	0	+	0	+	0	+
7	Segurança	0	0	0	+	-	+
8	Fácil transporte	0	0	-	+	+	0
9	Fácil armazenagem	0	+	+	0	-	0
10	Reciclagem econômica	0	0	-	+	0	+
Soma de (+)		0(0)	4(+)	2(+)	6(+)	1(+)	5(+)
Soma de (-)		0(-)	2(-)	5(-)	1(-)	5(-)	0(-)
Soma de (0)		10(0)	4(0)	3(0)	3(0)	4(0)	5(0)
Resultado final (+) + (-)		0(+)	2(+)	3(-)	5(+)	4(-)	5(+)

Fonte: Back et al. (2008).

2.2 Metodologia de Desenvolvimento de embarcações

Existem diferentes abordagens para o processo de desenvolvimento de embarcações, entre as quais destacam-se: Toggart (1980), Larsson (2000), Lamb (2003) e Nazarov (2012). Sendo que, com exceção de Larsson (2000) e Nazarov (2012), que abordam o projeto de embarcações de lazer, os demais autores trazem trabalhos na área de projeto de navios.

Dentre os autores citados, Lamb (2003) é o que mais abrange a metodologia de projeto de embarcações, distinguindo suas fases e os entregáveis (resultados) de cada fase. Uma vez que a abordagem proposta por Lamb (2003) é a que mais se assemelha àquela usada no desenvolvimento integrado de produtos, este autor será a bibliografia principal deste trabalho, no que diz respeito ao processo de projeto de embarcações.

O projeto de embarcações é iterativo e inicia com algumas estimativas a serem trabalhadas durante o projeto (LARSSON et al, 2000). Principalmente em suas fases preliminares² aonde resultados são obtidos, analisados e modificados. Então os resultados modificados são novamente analisados até que os requisitos e/ou restrições de projeto sejam satisfeitos (LAMB, 2003).

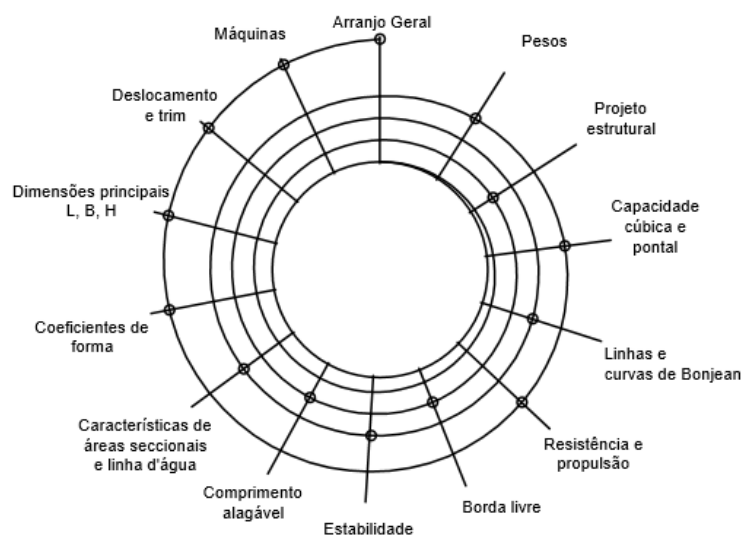
² Fase de cálculos iniciais do projeto naval, não confundir com projeto preliminar do desenvolvimento integrado de produtos.

A natureza iterativa presente no projeto naval se deve a complexidade desse tipo de projeto. Com isso, o processo de projeto naval conta com uma sequência de passos, a qual compreende a definição dos comprimentos da embarcação, seus coeficientes adimensionais, a forma do casco etc. No início de projeto, esses passos são seguidos até que todas as características sejam definidas (LAMB, 2003), ou, em caso de escassez de informação, sejam estimadas da melhor forma possível (EVANS, 1959).

Uma forma gráfica de representação das sequências de definições do projeto naval, e que compreende sua iteratividade, foi proposta por Evans (1959), sendo conhecida como Espiral de Evans, ou espiral de projeto.

A Figura 2.7 mostra o modelo de representação da espiral de projeto proposta por Evans (1959), para o projeto de um navio de carga. A proposta, segundo o autor, consiste em dar assistência ao processo de pensamento do projeto, de forma a permitir sua solução de forma mais eficiente, por intermédio da execução da análise do produto sob diferentes perspectivas.

Figura 2.7 - Espiral de projeto naval.



Fonte: Autor (2016). Adaptado de Evans (1959).

Na prática, o processo de projeto pode perder o sequenciamento, o engenheiro pode trocar um passo por outro, na medida em que conhecimento é ganho e problemas são encontrados (LAMB, 2003). Larsson et al. (2000) destaca que nem todos os pontos da espiral de projeto são calculados em todas as voltas.

A partir do momento em que uma base conceitual é gerada, diferentes frentes de projeto podem ser vistas de forma concomitante, ou seja, o projeto estrutural, o de propulsão, a estimativa de pesos, podem ser resolvidos de forma paralela, sendo fundamental nesse caso que toda a equipe de projeto se mantenha atualizada. E nesse ponto o projeto naval pode evoluir suas frentes de forma concorrente. Esta etapa normalmente se alcança com um time, uma vez que sozinho o projeto usualmente corre ponto-a-ponto (LAMB, 2003).

Pelo fato do processo de projeto mudar ao longo do tempo e também para facilitá-lo, o mesmo é dividido em fases. Essa característica permite que ao final de cada etapa o conhecimento adquirido seja estudado e/ou revisto e que um preparativo para a próxima fase seja feito (LAMB, 2003).

De acordo com Lamb (2003), o número de fases de projeto e a nomenclatura adotada pode variar de autor para autor. Na Tabela 2.1 busca-se mostrar o desmembramento das fases do projeto de embarcações segundo as abordagens de Taggart (1980), Lamb (2003) e Nazarov (2006). A concordância existente entre Taggart (1980) e Lamb (2003) pode ser explicada pelo fato de os autores trabalharem com a teoria do projeto de navios, enquanto que Nazarov (2006) traz uma abordagem prática do projeto de embarcações de lazer.

Tabela 2.1 – Fases do projeto de embarcações segundo alguns autores.

Taggart (1980)	Lamb (2003)		Nazarov (2006)
Fases	Macrofases	Fases	Fases
Projeto Conceitual	Projeto Básico	Projeto Conceitual	Projeto Conceitual
Projeto Preliminar		Projeto Preliminar	Projeto Básico
Projeto Contratual		Projeto Contratual	
Projeto Detalhado	Engenharia do Produto	Projeto Funcional	Planos de Construção
		Projeto de transição	
		Preparação da informação para o local de serviço	

Fonte: Autor (2016).

Lamb (2003) adota uma divisão realizada no início da década de 80. No caso, o processo de projeto é dividido em Projeto Básico e Engenharia do Produto. O projeto básico contempla o projeto conceitual, preliminar, contratual e funcional. Por sua vez, a Engenharia do Produto envolve as etapas de projeto de transição e preparação informativa da área de serviço.

Segundo Lamb (2003), no projeto básico a embarcação é projetada inteiramente, sistema por sistema. E, na engenharia do produto, a embarcação é pensada de maneira a ficar em uma forma factível, ou seja, possível de ser fabricada.

Nazarov (2006) divide o projeto náutico em projeto conceitual, projeto básico e planos para construção. Segundo o autor a fase conceitual trata da primeira concepção da embarcação, com suas primeiras definições. Já a fase básica, é responsável pelo arranjo da embarcação, a forma do casco, cálculos básicos e uma lista de materiais necessários, tendo ao final dessa fase uma estimativa de custo da embarcação. E, finalmente, o plano para construção inclui planos detalhados e especificações construtivas.

Tomando como base a organização proposta por Lamb (2003), no projeto conceitual ocorrem estudos de viabilidade técnica e econômica. Para isto, ocorre o esclarecimento dos requisitos do armador, definidos como a missão do navio e seus principais atributos de desempenho (LAMB, 2003).

Taggart (1980) menciona essa fase como sendo responsável pelos estudos que definirão estimativas para as dimensões principais da embarcação, seu sistema propulsivo, ou um conjunto de alternativas para essas características. Sendo que todas elas devem cumprir com os requisitos definidos com a missão do navio, como a velocidade, a autonomia e a capacidade de carga. Nessa fase de estudos também são obtidas estimativas preliminares do peso leve da embarcação.

As alternativas de projeto obtidas são então analisadas e a mais econômica, ou a que tenha outro atributo de desempenho que seja considerado mais importante, é escolhida. Com a alternativa de melhor desempenho será feita uma aproximação de custos, então o projeto preliminar poderá ser iniciado (TAGGART, 1980). A Tabela 2.2 mostra o conjunto de informações a serem produzidas durante a fase de projeto conceitual de acordo com a abordagem de Lamb (2003).

Tabela 2.2 - Informações obtidas ao final do projeto conceitual.

Especificação de desempenho (rascunho inicial)
Plano de Linhas com apêndices.
Sumário de áreas/volumes.
Conceito do arranjo (blocos alocados de acordo com a função).
Desenho da vista de topo do arranjo.
Definição da quantidade de carga levada (payload).
Descrição de sistemas e recursos críticos para desempenho da função.
Estimativa de pesos.
Conceito da seção mestra.
Descrição da planta propulsiva.
Desenho do arranjo da casa de máquinas.
Análise da carga elétrica e seleção de gerador.
Circuitos de potência.
Lista de equipamentos.
Curva velocidade-potência.
Estimativa da tripulação.
Análise de autonomia.
Estimativas de desempenhos críticos.
Estimativa de custos.
Avaliação e plano de gerenciamento de riscos.

Fonte: Autor (2016). Adaptado de Lamb (2003).

Ainda de acordo com a abordagem de Lamb (2003), no projeto preliminar são definidos o tamanho da embarcação, com suas dimensões e coeficientes, selecionados os principais sistemas, quantificado o desempenho da embarcação, reduzidos ou eliminados os riscos técnicos, de custo e de tempo, refinados os custos de construção e de operação e desenvolvido um rascunho do que virá a ser a estratégia de construção do produto resultante (LAMB, 2003).

Como o refinamento das principais características que afetam o custo e o desempenho da embarcação, como a predição da velocidade de operação, a análise de comportamento no mar, a capacidade de travessia na rota escolhida e a capacidade de carga e descarga, são obtidos nessa fase, esta se torna muito importante no projeto naval (TAGGART, 1980; LAMB, 2003).

Quanto à definição da estratégia para produção, quando o projeto é feito em um estaleiro, Lamb (2003) ressalta que essa etapa pode ser feita com mais completude já nesta fase. Porém, quando os projetistas não sabem aonde será construída a embarcação, essa estratégia é feita de um modo mais genérico, permitindo que possa ser facilmente completada no estaleiro contratado.

Ao final o projeto preliminar ter-se-á maior quantidade de informações com melhor qualidade do que na fase anterior. A Tabela 2.3 mostra os resultados adicionais esperados no final do projeto preliminar, de acordo com a abordagem de Lamb (2003).

Tabela 2.3 – Informações obtidas ao final do projeto preliminar, além das já existentes e refinadas do projeto conceitual.

Desenhos preliminares estruturais
Arranjo dos eixos
Seleção preliminar do hélice
Análise de aquecimento, ventilação e condicionamento de ar (HVAC)
Arranjos de espaços (typical space arrangement)
Arranjo de sistema de convés
Análise dos sistemas de comunicação e controle
Análise de estabilidade, intacta e em avaria
Comportamento no mar e manobra
Plano de teste em modelos
Outras estimativas necessárias
Análise preliminar de viabilidade
Conceitos para manutenção e suporte
Análise preliminar de segurança
Estratégia de construção
Especificação de produção do estaleiro (políticas de construção)

Fonte: Autor (2016). Adaptado de Lamb (2003).

É importante esclarecer que as fases aqui denominada de projeto conceitual e preliminar de projeto de embarcações, referem-se a nomenclatura empregada por Lamb (2003) e Taggart (1980). Analisando as atividades desenvolvidas nesta fase e descritas nas tabelas 2.2 e 2.3, e comparando com as atividades prescritas no processo de desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld et al. (2006), observa-se que as atividades listadas por Lamb (2003) e Taggart (1980) podem ser enquadradas como atividades típicas da fase de projeto detalhado ou preliminar. E, ainda nas fases de projeto preliminar e detalhado do modelo de Back et al. (2008). Em outras palavras, entende-se que não existe uma unanimidade com relação a organização das atividades por etapas de projeto.

Com as fases constituintes do projeto naval devidamente apresentadas e tendo anteriormente abordado a metodologia integrada de desenvolvimento de produtos industriais, os subsídios metodológicos que serão utilizados no presente projeto se encontram estruturados. Resta agora estabelecer os fundamentos a respeito das embarcações utilizadas no resgate costeiro, o qual será tratado a seguir.

3 EMBARCAÇÕES DE RESGATE COSTEIRO

Neste capítulo serão apresentados alguns modelos de embarcações de resgate para o exercício costeiro existentes, suas missões e características, as frotas existentes em outros países e a utilização de semirrígidos nas operações de resgate.

Antes de iniciar é conveniente mencionar que os termos salvatagem, resgate e socorro, são tratados como sinônimos para a função desempenhada pela embarcação em projeto. Sendo essas embarcações de salvatagem projetadas para condições adversas de mar e resposta rápida em seu atendimento, podem ser também utilizadas para serviços de patrulhamento costeiro.

3.1 Tipo, missão e características.

Lamb (2003) cita que entre as missões deste tipo de embarcação, estão o transporte de oficiais em seus afazeres diários, serviços de rotina de patrulhamento, inspeções de navios em portos, inspeções alfandegárias, patrulha costeira para combate de contrabando, perseguição de criminosos, serviço de resgate aero-marítimo, supervisão de atividades pesqueiras e uma grande quantidade de atividades do gênero.

Tipicamente, se for uma embarcação de patrulha, essa classe conta com embarcações rápidas, mas que despendem horas a velocidades mais baixas. A área de operação irá indicar seus requisitos de comportamento no mar, também a duração da estadia e a quantidade da tripulação irão determinar o tamanho e o padrão das acomodações (LAMB, 2003).

São também barcos concedidos para atividades auxiliares como suporte a mergulhadores, procura e salvamento, combate à poluição e serviços de emergência em geral (LAMB, 2003).

A capacidade de atingir altas velocidades é uma característica desse tipo de embarcação, embora sua velocidade varie de acordo com sua missão podendo ir de 30 nós, para casos de patrulhas e serviços policiais, até 70 nós, em atividades contra o contrabando (LAMB, 2003).

Lamb (2003) também menciona que para atingir essas altas velocidades o processo de projeto da embarcação, e também sua construção, deve estar sempre objetivar a redução de peso. Tal objetivo é almejado através do arranjo estrutural adotado, pelo cuidado com o peso em *outfit*³ e demais equipamentos. Outra característica que dificulta ainda mais essa tarefa de projeto é a obtenção de limites razoáveis de custo e viabilidade.

Outro requerimento para embarcações de resgate, e também de patrulha, é um alto padrão de comportamento no mar. Além da estabilidade para quaisquer condições de mar, o conforto à tripulação também deve ser assegurado, uma vez que uma combinação de alta velocidade com condições adversas de mar tende a induzir altas acelerações em *pitch* e *roll* na embarcação (LAMB, 2003).

Embarcações de patrulha e de resgate também têm que se aproximar e encostar-se a outras embarcações, ter excelente manobrabilidade, controle e manutenção de posição. Dada a primeira característica, essas embarcações devem ter defesas em seu casco para suavizar essa aproximação (LAMB, 2003).

No caso de embarcações maiores de resgate, estas vêm com embarcações filhas a bordo, que são usualmente de casco semi-rígido, com infláveis. Essas embarcações filhas têm uma velocidade muito alta e podem ser utilizadas para o resgate direto (LAMB, 2003).

3.2 Embarcações utilizadas em outros países







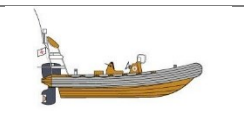
Dada a escassez de informações técnicas sobre as embarcações de salvatagem utilizadas por instituições de outros países, serão aqui informadas as instituições pesquisadas e mostradas imagens recolhidas das embarcações usadas por essas instituições.

Embora essa abordagem não garanta o levantamento de conceitos técnicos existentes nas embarcações, a análise visual já é de grande valia para observação de características existentes expostas pelas fotos. O levantamento de outras informações será deixado para ser feito com empresas fabricantes do ramo, conforme será visto mais adiante.

A Tabela 3.1 mostra fotos de embarcações e o nome das instituições que empregam o serviço SAR. A pesquisa realizada nas diversas instituições permitiu a percepção de algumas características interessantes sobre essas embarcações.

³ Entende-se por *Outfit* itens agregados ao casco que não fazem parte estrutural do mesmo. Tais como: tubulações, itens de convés e instalações elétricas.
















Tabela 3.1 – Instituições SAR e embarcações utilizadas

Instituição	Embarcação
RNLI (Royal National Lifeboat Institute) – Inglaterra.	
KNRM (Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij) – Holanda.	
Guardia Costiera – Itália.	
NSRI (National Sea Rescue Institute) - África do sul	
Coast Guard – Canadá	
SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer) – França.	
DGzRS (Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger) – Alemanha.	

Fonte: Autor (2016).

Na Tabela 3.2 serão expostas algumas características observadas na pesquisa por embarcações utilizadas pelas demais instituições de salvamento. Objetiva-se aqui a visualização de apetrechos, arranjos, equipamentos e demais itens que possam ser pensados no presente trabalho para a embarcação projetada.

Tabela 3.2 – Características obtidas visualmente com o levantamento de embarcações de instituições estrangeiras.

			
Visão de arranjo, arco de popa menor; (Itália)	Painel de comando integrado; (Itália)	Atlantic 75, arranjo; (Reino Unido)	Pontos de suspensão e arco de popa; (Alemanha)
			
Atlantic 85, disposição de tripulantes e configuração do arco de popa; (Reino Unido)	Uso de carretinha, fixação por guincho de proa e duas cintas transversais; (Noruega)	Espaço de convés e dispositivo para embarque de vítimas; (Noruega)	Acentos contínuos, tipo sela, com console de comando; (Noruega)
			
Atlantic 75, guincho de proa; (Reino Unido)	Acento tipo sela; (Holanda)	Comando e acentos tipo sela em uso; (Noruega)	Equipamentos juntos ao tubo; (Reino Unido)
			
Arco de popa, acentos, painel de comando e poste de reboque; (Itália)	Acentos e ponto de clipagem para os pés; (Noruega)		T-top continuando do console de comando; (Holanda)

Fonte: Autor (2016).

3.3 O uso de semirrígidos em operações de resgate

Pike (2013) retrata em seu livro, *The complete RIB manual*, o fato de embarcações semirrígidas terem vindo de barcos infláveis. O autor relata que barcos infláveis eram utilizados dada sua capacidade de esvaziamento e com isso melhor armazenamento após o uso. Essa capacidade também conferia ao barco além da capacidade de ser portátil, um uso prático.

Na década de 1960 um fator contribuiu para que as embarcações semirrígidas passassem a ser mais pesquisadas. Esse fator era o aumento do número de vítimas envolvidas em acidentes entre pequenas embarcações, surfistas e nadadores. Juntamente com esse fato embarcações de resgate que trabalhassem em qualquer condição de tempo também não tinham sido bem definidas (PIKE, 2013).

Neste contexto a associação de resgate francesa, SNSM - *Société Nationale de Sauvetage em Mer*, trouxe à tona o conceito de uma embarcação de fundo chato e com infláveis, tal embarcação poderia operar em regiões fora da costa. A embarcação francesa, que foi batizada como Zodiac, mais tarde serviu de base para que a instituição britânica (RNLI – *Royal National Lifeboat Institution*) iniciasse nesse conceito de embarcação de resgate (PIKE, 2013).

Com motor de popa e um casco praticamente plano, a embarcação semirrígida não oferecia bom comportamento em mares agitados. Mesmo com os infláveis amortecendo alguma parte do impacto nas ondas, a tripulação ainda era submetida a altas acelerações verticais (PIKE, 2013).

Pike (2013) comenta que a ideia inicial de utilizar embarcações infláveis, sem fundo rígido, para o resgate esbarrou no desgaste do tecido do fundo do casco em casos aonde a embarcação era liberada diretamente da praia. Tal problema foi parcialmente solucionado com a utilização de chapas de compensado no casco da embarcação.

Para condições de mar calmo, o uso do compensado se mostrou efetivo, no entanto quando a embarcação foi levada para teste em condições severas, o casco teve problemas estruturais. Todo o revestimento de compensado não resistiu ao encontro de ondas e começou a se romper. O erro percebido foi a utilização de uma estrutura rígida em uma embarcação projetada para ser flexível (PIKE, 2013).

Com o teste malsucedido, o momento parecia ser o final para embarcações de resgate semirrígidas. Porém, um centro de resgate localizado no Atlantic College, situado em Gales do Sul, estava enfrentando o mesmo problema (PIKE, 2013).

Diferente do tentado até o momento, que foi o revestimento total do casco com compensado, o problema estava sendo solucionado através da aplicação de tiras longitudinais de compensado. Essa estrutura longitudinal, além de proteger contra o desgaste, mantinha a flexibilidade do casco (PIKE, 2013).

À procura de soluções melhores e permanentes, estudantes do Atlantic College iniciaram um projeto de melhora que foi parcialmente subsidiado pela RNLI. O projeto tentou novamente o uso do casco rígido colado aos tubos e, para amenizar o problema tido com o comportamento em ondas, foi sugerido um casco com formato tipo V. Esse conceito de embarcação de resgate deu origem ao Atlantic 21, que foi utilizado por muitos anos em operações costeiras pela RNLI, se tornando o barco principal de sua frota. O Atlantic College patenteou o conceito da Embarcação Rígida Inflável (RIB) e passou a patente para a RNLI (RNLI, 2016).

O modelo de embarcação Atlantic consagrou-se, com o nome dado pelo fato de a Atlantic College, no país de Gales, ter iniciado o projeto da embarcação, sendo utilizadas até hoje embarcações que vieram de melhorias feitas nas pioneiras Atlantic 21. Sendo introduzidas à frota em 1993 a Atlantic 75 e em 2005 a Atlantic 85. (RNLI, 2016).

Tabela 3.3 – Embarcações utilizadas pela RNLI

Nome	Atlantic 75	Atlantic 85	Classe D
Introduzido	1993	2005	1963
Tripulantes	3	4	3
Comprimento [m]	7,38	8,44	5
Boca [m]	2,65	2,85	2
Calado [m]	0,41	0,53	0,52
Deslocamento [t]	1,6	1,8	0,4
Velocidade [kt]	32	35	25
Combustível [l]	182	210	68
Autonomia [h]	2,5	2,5	3

Fonte: Autor (2016). Adaptado de rnli.org (2016).

A Tabela 3.3 ilustra embarcações classe B, conhecidas também como Atlantic, e classe D. Segundo o informado no site da RNLI, as embarcações de classe D tem sido responsáveis pelo trabalho pesado por 50 anos. Tanto as Atlantic como as classe D operam próximas à costa e são utilizadas em águas rasas, localizações confinadas, proximidades de falésias, entre rochas e em cavernas, sendo que têm alta capacidade de manobra (RNLI, 2016).

Para finalizar este capítulo, seguem algumas imagens ilustrando as embarcações vistas nas corporações visitadas. A Figura 3.1 mostra uma vista geral da embarcação.

Figura 3.1 - Embarcação de corporações visitadas.



Fonte: Autor (2016).

A Figura 3.2 mostra uma vista do convés na região da proa. São observados dois assentos, tendo capacidade para três lugares ao todo, a utilização de um volume no acento de proa e um reservatório na proa.

Já a Figura 3.3 fornece uma ideia do arranjo da popa. Nela podem ser observados a cabine de comando, um encosto para o piloto e um acento, com 2 lugares, na popa. Com isso, observa-se no arranjo do convés cinco lugares nos assentos, um apoio para o piloto, a área de comando e um reservatório na proa. Mais imagens das embarcações utilizadas em Itajaí e Balneário Camboriú estão disponíveis no Anexo B.

Figura 3.2 - Embarcação de corporações visitadas, proa do convés.



Fonte: Autor (2016).

Figura 3.3 - Embarcação de corporações visitadas, convés na popa.



Fonte: Autor (2016).

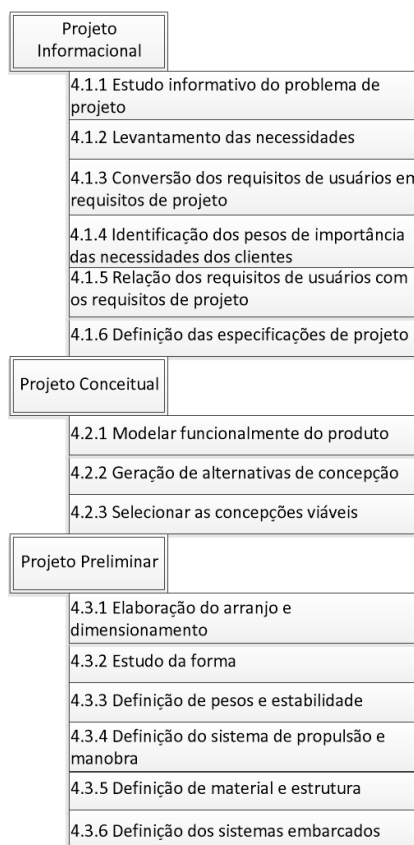
Como pode ser observado, no mercado nacional, não existe um modelo de embarcação desenvolvido especificamente para bombeiros destinado à salvatagem. Nos modelos identificados observa-se a ocorrência de adaptações em modelos comerciais para atender as necessidades dos bombeiros.

4 DESENVOLVIMENTO DA EMBARCAÇÃO DE SALVATAGEM

Neste capítulo é descrito o projeto da embarcação de resgate costeiro. O capítulo contará com as seções de projeto informacional, conceitual e preliminar, segundo a visão de Fonseca (2000), Back et al. (2008) e Rozenfeld et al. (2006). E, o projeto preliminar da embarcação trará conceitos específicos do projeto naval, elaborado com base na espiral de projeto para a determinação de suas características técnicas, como arranjo, pesos, estabilidade, estrutura etc.

A Figura 4.1 ilustra as fases e etapas da metodologia empregada no processo de desenvolvimento da embarcação, sendo os tópicos deste capítulo organizados de acordo com essas fases e etapas.

Figura 4.1 – Fases e etapas do processo de projeto da embarcação de resgate.



Fonte: Autor (2016).

4.1 Projeto Informacional da embarcação

Nesta etapa busca-se a obtenção das especificações de projeto. Para isto, foram desenvolvidas as etapas descritas a seguir.

4.1.1 Estudo informativo do problema de projeto

Trata-se de um levantamento de informações iniciais que virão subsidiar fases posteriores e também esclarecer o entendimento do problema de projeto existente. Para isto, foi elaborada a ordem de projeto, a qual está representada na Tabela 4.1, considerando que o objetivo principal do projeto é o desenvolvimento de uma embarcação de salvatagem a ser utilizada pelo corpo de bombeiros.

Tabela 4.1 - Informações relativas a ordem de projeto da embarcação.

Estudo de Mercado	Como a dimensão da embarcação em projeto não é conhecida, embarcações com comprimento em torno de 5,5 metros serão procuradas, podendo atingir até 8 metros, de modo a permanecer na classificação de embarcações de pequeno porte, ou miúdas, pela NORMAM.
Produto	Tem-se essas embarcações como bens de consumo, uma vez que já estão no estágio final de enriquecimento da matéria-prima e servirão diretamente para a satisfação das necessidades dos clientes.
Projeto	Busca-se aqui o desenvolvimento do projeto de uma embarcação. Embora possa ser visto como um reprojeção, pelo fato da variedade de informações que se encontram disponíveis sobre o produto, a abordagem desse trabalho não foca na obtenção somente a partir de semelhantes. Mas sim de uma embarcação que atenda às necessidades funcionais, colhidas diretamente com os usuários desse tipo de embarcação. Com isso, pode-se dizer que se trata de um aperfeiçoamento de um produto já existente no mercado.
Volume Fabricado	O volume fabricado, embora ainda desconhecido em sua exatidão, provavelmente será diferente da unidade. Uma vez que editais para esse tipo de produto, geralmente, buscam a obtenção de uma certa quantidade de produtos para serem distribuídos entre corporações de uma mesma região.
Desejos explícitos expostos no problema de projeto	Algo marcante na proposição deste trabalho foi a necessidade de uma embarcação de resgate que fosse gerada levando em consideração a sua função.
Restrições do projeto e do produto	Segundo o contido na NORMAM 03, que se destinada a embarcações de recreio e/ou esporte, as exigências para embarcações de médio porte são menores. Sendo que, são consideradas embarcações de médio porte as embarcações menores de 24 metros, exceto as miúdas.

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.2 mostra um levantamento inicial de embarcações concorrentes, para um melhor conhecimento da embarcação em projeto. Nota-se, na última coluna os dados fornecidos pela empresa Gamper, entrevistada neste trabalho, e cuja entrevista é transcrita no Apêndice A. Uma vez que a empresa forneceu dados relativos aos seus conhecimentos sobre esse tipo de embarcação, foram utilizados aqui esses dados e não o de alguma embarcação específica da empresa.

Tabela 4.2 - Levantamento de embarcações existentes no mercado.

	Brastech	Stem Marine	GY Boat	RIB Craft	RIB Craft	Gamper (entrevistada)
Comprimento[m]	6	5,2	6,2	5,7	5,85	5 à 8
Boca[m]	2,5	2,16	2,68	2,59	2,44	2,25 à 3,25
Calado[m]			0,43			<0,5
Deslocamento[t]	1,7-2,0 (cheia com 6 pessoas)	0,455 (c/ motor)	1,8 (meio carregame nto)	0,857 (s/ motor)	587 (s/ motor)	
Potência Instalada[hp]	160-240	40	212	165	135	90 – 500 (2*250)
Tipo de motor	Hidrojato	Popa	Hidrojato	Hidrojato	Popa	popa (mais utilizado)
Diâm.tubo[m]	0,45	0,53		0,508	0,508	
Material do casco	FRP	FRP				FRP
Material do tubo	Hypalon	Hypalon		Hypalon	Hypalon	Hypalon
Deadrise⁴ a ré				22°	22°	
Deadrise a vante				43°	43°	
Volume combustível[l]	140		500	124,92	174,13	Autonomia de 8h@25 kt

Fonte: Autor (2016).

Outro ponto analisado envolveu a identificação dos produtos concorrentes e patentes relacionadas. Com isso, o site do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) foi acessado, utilizando os indexadores e obtendo a quantidade de resultados que seguem:

- Embarcação Resgate – zero resultados;
- Embarcação Socorro – zero resultados;
- Embarcação Salvatagem – zero resultados;
- Embarcação Bombeiros – zero resultados;

⁴ *Deadrise* é um termo inglês que expressa o ângulo formado entre a linha de base e o casco da embarcação na região próxima à quilha. Quanto menor o *deadrise* mais chato é o casco.

- Resgate – 82 resultados;
- Embarcação SAR – zero resultados;
- Embarcação Marinha – 15 resultados;
- Embarcação Militar – zero resultados;

No indexador Resgate, um dos resultados encontrados foi de algo parecido com uma moto aquática adaptada para o resgate de vítimas. Entre os detalhes oferecidos existia uma rampa em um dos bordos e espaço para uma maca no outro. Este foi o único resultado ligado, de alguma forma, com um veículo aquático na operação de resgate.

No indexador Embarcação Marinha, dos 15 resultados encontrados, nenhum tinha ligação, ou vínculo, com a Marinha do Brasil. Mas sim com o ambiente marinho.

Além de questões associadas ao projeto também ocorreu um estudo das tecnologias viáveis de fabricação do produto. Sendo o casco das embarcações vistas em concorrentes feito em fibra de vidro, segundo GERR (2000) as tecnologias de fabricação usualmente vistas em processos construtivos embarcações, para a fibra de vidro, são:

- Laminação manual;
- Laminação *Spray-up*;
- Laminação a vácuo; e

Atualmente também tem se desenvolvido bastante na área náutica laminação por infusão. Que é semelhante à laminação a vácuo, porém sem a necessidade no processo manual antes do vácuo, uma vez que a resina é succionada e distribuída pela fibra a medida que o vácuo é aplicado.

4.1.2 *Definição das necessidades dos clientes*

A definição das necessidades dos clientes ocorreu com base em questionários e entrevistas realizadas em algumas corporações do corpo de bombeiros visitadas.

A opção da utilização de um questionário resulta do desejo de se ter um contato direto com o usuário e também, se possível, com fabricante da embarcação. O questionário seria aplicado em forma de entrevista, aonde as questões iriam guiando a entrevista.

As questões formuladas com base na formação do autor e de seu desejo de se estabelecer o que fosse de interesse sobre a embarcação em projeto.

De forma simplória, o questionário foi dividido em duas grandes partes, uma destinada ao fabricante e outra ao usuário. Desta forma abrangendo características construtivas, funcionais e de uso da embarcação. O questionário aplicado aos bombeiros e ao fabricante está disponível no Anexo A.

A primeira aplicação do questionário foi feita com o Corpo de Bombeiros Militar da cidade de Garuva, o objetivo foi testar o questionário obtido e também verificar algumas características da entrevista.

Após o teste, os bombeiros das cidades de Florianópolis, Balneário Camboriú, Itajaí e Guaratuba foram visitados, sendo que nas visitas à Florianópolis e Guaratuba o mesmo não pode ser aplicado. Os motivos foram ocorrências atendidas pelas corporações nos horários das visitas. Na cidade de Florianópolis, por e-mail, ainda pôde ser obtido um questionário respondido, sendo este também acoplado nesse projeto.

Quanto ao fabricante, a empresa Gamper foi solicitada, porém a incompatibilidade de agenda entre o autor e o responsável por ceder a entrevista não permitiu o encontro. Similar ao efetuado com a corporação de Florianópolis, o contato por e-mail foi utilizado.

- Realização de entrevistas para levantar as necessidades dos clientes

A Tabela 4.3 mostra as necessidades iniciais colhidas logo após as entrevistas. Pode-se notar o cuidado tomado para que a transcrição da entrevista já resultasse em necessidades com uma linguagem mais técnica, chamadas por Fonseca (2000) de Requisitos de Usuário. É importante também mencionar que, as necessidades que expressavam funções do produto foram retiradas da tabela das necessidades. Estas poderão ser utilizadas mais adiante, na constituição funcional do produto.

Após a obtenção das necessidades, as mesmas foram agrupadas buscando unificar as necessidades que expressassem um mesmo sentimento, ou características semelhantes. Como um exemplo, as necessidades colhidas que mencionavam características relacionadas à organização do espaço no convés e a alocação de equipamentos, foram reunidas em *Ter arranjo interno compatível com a função*.

Tabela 4.3 – Necessidades coletadas com as entrevistas.

Necessidades	
1	Ter fluabilidade estanque
2	Ser bastante estável transversalmente
3	Ser segura em alto mar
4	Ser guardada em garagem e marina
5	Ser transportada em carretinha
6	Ter espaço interno para alocar equipamentos
7	Permitir fácil alocação dos equipamentos
8	Ser elevada por empilhadeira
9	Flutuar com submersão da carretinha
10	Ser guinchada pela proa
11	Ter meios de fixação laterais
12	Atuar em afogamentos
13	Efetuar operações de veraneio
14	Fazer operações de vistorias ambientais
15	Ter espaço adequado para equipamentos de navegação
16	Ser compatível os sistemas embarcados
17	Ter propulsor protegido
18	Ter espaço mínimo para dois tripulantes
19	Atender situações de deriva
20	Efetuar operações de busca de superfície (corpos)
21	Fazer rondas litorâneas
22	Ter sistema de combate à incêndio
23	Ter espaço para vítimas
24	Ser utilizada em água salgada e rios
25	Ter equipamento de comunicação com bombeiros
26	Ter abrigo para tripulantes
27	Ter informação sobre manutenção de sistemas
28	Ter Fácil acesso à compartimentos
29	Ter superfície de fácil limpeza
30	Permitir manutenção pelo usuário
31	Ter motor único

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.4 mostra o resultado obtido com o agrupamento das necessidades. Apenas para reforçar o fato de as mesmas já estarem transcritas para uma linguagem de projeto, a nomenclatura *Requisitos de Usuário* foi utilizada ao invés de *Necessidades*. Porém é interessante notar que não houveram mudanças quanto às características escritas que expressam essas necessidades.

Tabela 4.4 – Necessidades agrupadas.

Requisitos de Usuário	
1	Ter fluutuabilidade estanque (permeabilidade)
2	Ter grande estabilidade
3	Ter grande Seakeeping (desbobrar)
4	Ser Armazenada em carretinha
5	Ser içada por empilhadeira e guindaste
6	Ter Arranjo interno compatível às funções
7	Ter propulsor protegido
8	Ser utilizada em água salgada e rios
9	Ter proteção contra o tempo para tripulantes
10	Ter arranjo que facilite a manutenção
11	Ter equipamentos de fácil manutenção pelo usuário
12	Ter arranjo pensado para o combate de incêndio
13	Ter capacidade de auto-adriçamento
14	Ter autonomia grande
15	Ter comunicação com o canal do CBM
16	Ser rápida
17	Ser segura durante trajeto
18	Ser confortável
19	Ter ponto de embarque facilitado para vítimas
20	Ter apoios para situações extremas de mar

Fonte: Autor (2016).

4.1.3 Conversão dos requisitos de usuários em requisitos de projeto

Nesta etapa a tarefa foi mediada, principalmente pela pergunta: qual parâmetro mensurável o produto deve ter para atender a determinada necessidade?

Essa indagação foi utilizada em cada necessidade buscando características da embarcação que viessem a satisfazer as necessidades. O resultado é visto na Tabela 4.5. Nota-se também na referida tabela uma segunda coluna, esta foi utilizada visando uma explicação sucinta do esperado com cada um dos requisitos, bem como qual o objetivo de cada um: atingir uma meta, minimizar ou maximizar.

Com a definição dos requisitos de projeto será aplicada a Matriz do QFD para auxiliar a definição das especificações de projeto. Para isto, foram realizadas as atividades descritas a seguir:

4.1.4 Identificação dos pesos de importância das necessidades dos clientes

Antes de iniciar o trabalho de avaliação com a casa da qualidade, as necessidades devem ser pontuadas segundo suas prioridades. O Processo de Análise Hierárquica, ou AHP - Analysis Hierarchy Process, foi utilizado para tal mensuração.

Tabela 4.5 – Requisitos de projeto levantados, seus comentários e objetivos.

Requisitos de projeto	Comentários com objetivos
Comprimento, Boca, Calado, Pontal [m] e Peso[t]	Garantir dimensões e peso compatíveis para a embarcação;
Área de convés[m²]	Maximização visa conciliar o arranjo com o pequeno espaço disponível;
Velocidade[kt]	De extrema importância para uma resposta rápida;
GM[m]	Sua meta busca conciliar com momentos restauradores confortáveis;
Área Gz[m.rad]	Meta desejável para que a embarcação suporte impactos sem adernar;
Resistência ao Avanço[kN]	A minimização deste requisito influenciará positivamente na velocidade alcançada;
Aceleração vertical em ondas[m/s²]	Minimização, buscando o máximo conforto em condições severas;
Espaço entre reforços longitudinais[mm]	Meta entre normas e compatibilidade com meios de suspensão do casco;
Volume para guardar equipamentos de salvatagem[m³]	Sua maximização deve assegurar a correta alocação de equipamentos utilizados;
Área para embarque de vítimas[m²]	O aumento desta visa facilitar o acesso de pessoas atendidas à embarcação;
Número de dispositivos para clipagem	Assegurar maximização de dispositivos de fixação de pessoas. Evitar perdas ou lesões no trajeto;
Vazão de equipamento anti-incêndio[m³]	Sua maximização visa a capacidade de combater situações de incêndio à embarcação;
Porcentagem de deslocamento à prova d'água[%]	Maximizando-o assegurar-se-á fluabilidade em casos de avaria e também de embarque de água no convés;
Número de aberturas para greenwater	Diminuir o máximo possível o embarque de água na embarcação;
Número de canais para comunicação	Adicionar canais de comunicação de agências de socorro, neste caso com os bombeiros;
Rendimento do propulsor protegido[%]	Essa maximização busca a melhor relação proteção-desempenho para o propulsor;
Área da cobertura T-top[m²]	O aumento visa garantir conforto em atividade, sem muita perda de área de convés;
Número de pontos de suspensão	Assegurar correta suspensão da embarcação;
Tempo de degradação do material em água salgada [anos]	A maximização visa a durabilidade para a embarcação, mesmo se utilizada em ambiente salino;
Tempo de operação[h]	Aumento para garantir autonomia para os serviços; e
Custo de produção[RS]	Mínimo possível para garantir viabilidade econômica, possibilidade de licitação.

Fonte: Autor (2016).

A replicação da atividade observada no artigo de Saaty (2008) para a hierarquização das necessidades se mostrou efetiva, somente uma característica foi encontrada pelo autor e que poderia prejudicar a análise, que é a possível falha na divisão das necessidades em grupos. No presente trabalho três grupos superiores foram criados, o Naval, o Usual para a função, e o Não esperadas.

No grupo Naval buscou-se agrupar necessidades que representassem características diretamente ligadas ao projeto naval, tais como estabilidade, comportamento no mar, arranjo interno, auto-endireitamento, autonomia e rapidez (velocidade).

Já no grupo Usual foram agrupadas necessidades normalmente vistas em embarcações de resgate e que não gerariam nenhum resultado inovador de desenvolvimento, como sistema propulsivo protegido, fluabilidade estanque, utilização em água doce e também em salgada etc.

Por fim, com o grupo Não esperadas o objetivo foi agrupar as necessidades que, se atendidas, viriam a surpreender o cliente. Essas necessidades não garantem a função da embarcação, mas se implantadas juntamente com os dois grupos fariam diferença no mercado, segundo o que foi visto nas entrevistas.

A Tabela 4.6 mostra o resultado obtido com a aplicação no grupo superior. A prioridade maior ficou com o grupo Naval, com 0.7231, uma vez que este garante funções básicas da embarcação, como a flutuação, por exemplo. Em seguida o grupo Usual para a função ficou com 0,2157, característica aceitável uma vez que garante a função de resgate à embarcação. Por último, o grupo Não esperadas obteve a pontuação de 0.0612.

Tabela 4.6 – Matriz AHP aplicada aos grupos que abrangem as necessidades.

	Naval	Usual para função	Não esperadas	Soma Linhas	Pesos finais
Naval	3/4	4/5	3/5	2 1/6	0,7231
Usual para função	1/7	1/6	1/3	2/3	0,2157
Não esperadas	0,0847	0,0323	0,0667	1/5	0,0612

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.7 ilustra os pesos finais obtidos pelas necessidades. Com a obtenção do peso parcial das necessidades, analisadas dentro dos três grupos criados, estes são multiplicados pelo peso de seu respectivo grupo para a obtenção do peso global. Nota-se também que os pesos globais foram multiplicados por 100 e arredondados, tal medida busca uma sensibilidade qualitativa da hierarquia das necessidades, permitindo melhor visualização de maiores valores que caracterizam necessidades de maior prioridade.

Tabela 4.7 – Pesos finais das necessidades.

Necessidades	Pesos
Ter grande estabilidade	16
Ter grande Seakeeping	6
Ter Arranjo interno compatível às funções	34
Ter capacidade de auto-endireitamento	2
Ter autonomia grande	8
Ser rápida	6
Ter proteção contra o tempo para tripulantes	1
Ter arranjo pensado para o combate de incêndio	2
Ter comunicação com o canal do CBM	0
Ser confortável	0
Ter ponto de embarque facilitado para vítimas	2
Ter apoios para situações extremas de mar	1
Ter fluabilidade estanque (permeabilidade)	6
Ser Armazenada em carretinha	0
Ser içada por empilhadeira e guindaste	1
Ter propulsor protegido	3
Ser utilizada em água salgada e rios	2
Ter arranjo que facilite a manutenção	1
Ter equipamentos de fácil manutenção pelo usuário	1
Ser segura durante trajeto	7

Fonte: Autor (2016).

Com as necessidades devidamente priorizadas, a relação das mesmas com os requisitos pode ser feita através da casa da qualidade, a primeira matriz do método QFD.

4.1.5 Relação dos requisitos de usuário com os requisitos de projeto

Neste momento a primeira matriz do QFD será utilizada. Para isso a análise *benchmarking* foi feita com os dados colhidos na fase de análise de mercado. Com eles foram analisadas algumas características entre as embarcações concorrentes.

O objetivo aqui é tanto situar a atual posição do esperado da embarcação em projeto com o que é tido no mercado, quanto nortear o projeto para uma direção que atenda, ou surpreenda, as atuais demandas existentes.

A Tabela 4.8 ilustra algumas necessidades e parâmetros utilizados para análise entre concorrentes, tais parâmetros foram sugeridos pelo autor com base em observações das embarcações pesquisadas e também nas entrevistas feitas. Algumas necessidades não tiveram informações suficientes do estudo de mercado e por isso ficaram em branco.

Tabela 4.8 – Alguns parâmetros utilizados na análise de Benchmarking.

Necessidades	Análises e pontuações
Estabilidade	Menor L/B, melhor;
Arranjo funcional	0-comando; 3-apoios e acentos; 4-arco popa; 5-adicionais;
Auto-endireitamento	0- nem suporte para implantar; 1-tem suporte, mas não tem; 4-tem dispositivo; 5-surpreende;
Autonomia	Volume do tanque;
Velocidade	Potência do motor;
T-top	0-não tem; 3-tem; 5-proteção adicional
Anti-incêndio	0-não tem; 3-tem; 5-proteção adicional;
Conforto	0-sem acentos; 3-com acentos; 5-acentos amortecidos;
Acesso vítimas	0-não tem; 3-acesso simples; 5-abertura móvel no casco;
Apoios para tripulantes	0-não tem; 3-apoios simples; 5-clipagem no convés;
Flutuabilidade estanque	0-não apresenta; 3-casco com compartimentos; 5- flutuadores;
Arm. Carretinha	0- Não; 5-sim;
Içada guind./empilhad.	0-sem pontos para içamento; 3-com pontos de içamento; 5-estrutura para empilhadeira;
Proteção propulsor	0-sem proteção; 3-com gaiola; 5-hidrojato;
Utilização em mar e rios	0-somente interior; 3-costeira; 5-Sem restrições;
Segurança	0-apoios simples; 3-clipagem;5-adicionais;

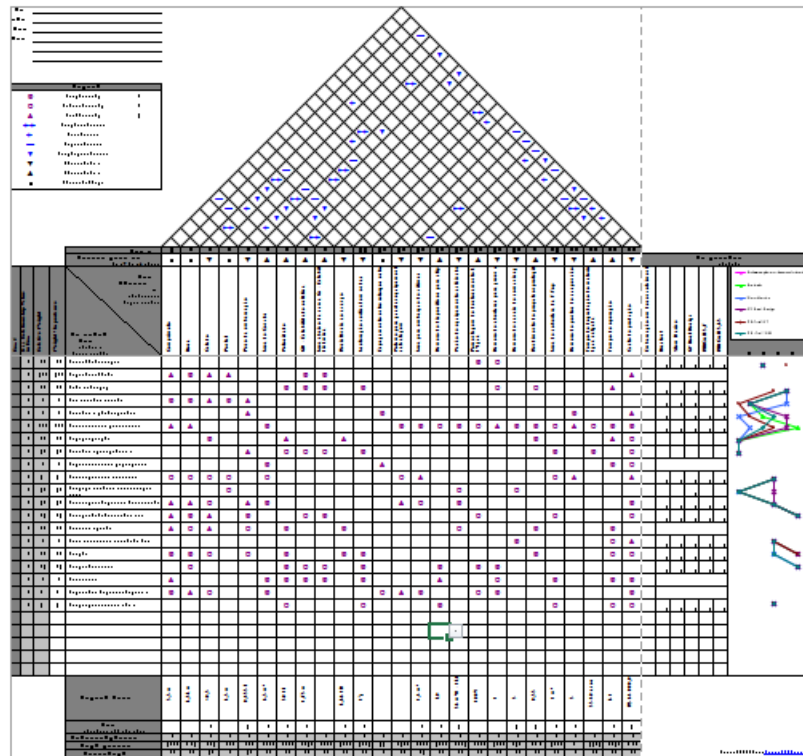
Fonte: Autor (2016).

Com os dados levantados nas etapas anteriores, foi realizado o preenchimento da matriz QFD. O resultado final obtido com o preenchimento da matriz, por uma questão de espaço, pode ser acessado pelo link contido na fonte da Figura 4.2.

A Figura 4.2, embora se trate da matriz obtida neste trabalho, serve somente como uma ilustração do resultado geral obtido. Uma visualização do resultado obtido com a implantação da matriz, a qual pode ser visualizada no *link*⁵.

⁵ <https://drive.google.com/file/d/0B4LQyIMpRxveYnp2SXIyaFZ0MGs/view?usp=sharing>

Figura 4.2 - Imagem ilustrativa da matriz QFD obtida neste trabalho.



Fonte: Autor (2016).

4.1.6 Definição das especificações de projeto

Back et al. (2008, p. 204) cita os Requisitos de Projeto como “uma qualidade, um atributo com grandezas definidas do produto”. Esses requisitos de projeto, com suas metas e dificuldade de implantação, aliados à prioridade de atendimento dão origem às especificações de projeto.

Com isso, o presente trabalho traz na Tabela 4.9 as especificações do produto em projeto, uma embarcação de resgate costeiro. Nota-se no resultado obtido na matriz QFD, quanto as importâncias obtidas, o cuidado especial que deve ser dado aos requisitos que garantirão um melhor desempenho da embarcação em suas operações de resgate. É também percebida a importância da obtenção dessas características mediante um custo de produção aceitável.

As metas presentes nas especificações foram erguidas de acordo com a percepção do autor a respeito do que foi observado tanto nas entrevistas realizadas quanto em pesquisas feitas ao longo deste projeto. Seguem breves explicações sobre as metas e dificuldades de implementação.

Tabela 4.9 – Especificações-meta do produto.

Requisitos de projeto	Importância	Metas e objetivos
Tempo de operação	421,4	8 h – permitir completar operação sem a necessidade de reabastecimento.
Custo de produção [R\$]	407,7	R\$ 64.000,00 – custo estimado para embarcação semelhante por fabricante.
Vazão anti-incêndio	356,1	36-120 m ³ /h – faixa desejável de vazão informada por fabricante.
Área de Convés	355,3	6,5 m ² - otimizar espaço de convés.
Área para embarque de vítimas	334,7	1,4m ² - alcançar mediante partes móveis no casco ou dispositivo para embarque.
Número de canais de comunicação	318	2 – desejável comunicação com a central de resgate.
Volume para equipamentos	317,2	Utilizar espaço abaixo de bancos.
Boca	307,1	Conciliar largura de convés, estabilidade transversal, resistência ao avanço e aceleração vertical.
Velocidade	252,8	30 kt – permitir resposta rápida no atendimento.
Área abaixo da curva Gz	243,7	Garantir estabilidade dinâmica, principalmente para regiões costeiras.
Deslocamento à prova d'água	236,8	100% - ter flutuação em casos de avarias no casco.
GM - Estabilidade estática	231,3	1,75 m – valor mínimo utilizado em embarcação da RNLI
Aceleração vertical em ondas	186,1	9,81 m/s ² - evitar desconforto durante operação de resgate.
Número de dispositivos para clipagem	176,8	20 – assegurar permanência de passageiros no convés
Eficiência do propulsor protegido	153,3	0,55 – prover proteção do propulsor com mínima perda de eficiência.
Comprimento	138,8	Afilar forma.
Área da cobertura T-top	132,7	1 m ² - proteger contra o tempo em operações de longa duração.
Resistência ao avanço	127,9	2,86 kN – utilizar motor de, no máximo, 90 hp.
Calado	87,1	<0,5 m – permitir acesso em regiões de baixa profundidade.
Peso	64,9	0,455 t – alcançar arranjo mais completo com baixo acréscimo de peso.

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.10 ilustra os itens vindos na versão da embarcação utilizada para uma primeira meta de 455 kg de peso da embarcação em projeto. Esses dados são importantes uma vez que não foi conseguido um padrão quanto aos equipamentos existentes nas embarcações analisadas. A área de convés, assim como demais dimensões iniciais, será obtida com o arranjo da embarcação.

Tabela 4.10 – Itens padrões da embarcação de 5,2m da Stem Marine.

Itens da embarcação
Casco em fibra de vidro, moldado à vácuo;
Painel de comando com tela <i>widescreen</i> e banco com guarda-volume;
Convés com auto-drenagem, coberto com anti-derrapante;
Tubo de hypalon-neoprene, reforçado na proa;
Bico de proa com compartimento de armazenamento;
Olhal de reboque na proa;
Dois anéis internos, para içamento, na transom;
Dois anéis externos, para reboque, na transom;
Um pedal inflador;
Um quite de reparo para os tubos; e
Motor de popa 40hp, com bateria.

Fonte: Autor (2016). Adaptado de: stemmarine.it (2016).

A velocidade de 30kt foi sugerida como uma boa velocidade para situações de resgate que necessitem de rápido atendimento. Não se trata da velocidade de operação da embarcação, mas sim da máxima atingida em situações extremas. Quanto a dificuldade de implantação, não espera-se muitos problemas na obtenção dessa velocidade com um casco planante.

Quanto à altura metacêntrica, para garantia de estabilidade, Keuni et al. (2011) menciona que o valor mínimo de 1,75m, em embarcações de resgate de maior porte (20 metros de comprimento), deve ser atendido. Como o valor limite não é conhecido, esse valor de 1,75m será tomado como meta, um limite superior, para o GM transversal da embarcação em projeto. Caso a embarcação não apresente essa característica, a dificuldade de correção é altíssima. O plano de linha d'água não muda muito, daí a dificuldade de alteração da inércia transversal (BM). Quanto à posição vertical do centro de carena, as possibilidades discorrem dentro de um calado de meio metro (KB). E, se tratando do KG, não há muito para se fazer com os pesos em uma embarcação desse porte.

A resistência ao avanço foi obtida considerando a motorização das embarcações visitadas, aonde foi constatada a utilização de motores de popa de potência de 90hp, utilizando essa potência, uma estimativa de 0,55 para a eficiência do sistema propulsivo, o que é aceitável para cascos planantes segundo GERR (2009), e uma velocidade de utilização de 25 kt, tem-se um valor de 2,86kN.

Segundo o HSC Code 2000 as acelerações verticais não devem exceder 1g, enquanto que longitudinais e transversais não devem exceder 0,2g. Sendo assim o valor de uma gravidade, ou 1g, será o utilizado como o máximo aceitável pelos movimentos da embarcação em projeto.

A área para o embarque de vítimas será estimada considerando altura média de um indivíduo e uma largura que permita o manuseio para a embarcação. Assim sendo a área ficou sendo como 1,75m, pela altura, e 0,80m, de largura, ficando com uma área desejável de 1,4m².

O número de dispositivos para clipagem será para todos os passageiros, com isso, considerando uma capacidade de dez pessoas embarcadas, são necessários vinte dispositivos.

A vazão para o equipamento anti-incêndio será estimada considerando um motor acionador viável de ser implementado. No caso do hidrojato, o mesmo será adaptado para o serviço. Segundo o fabricante consultado, a faixa de valores para a vazão do canhão de água varia entre 36 m³/h e 120 m³/h. Sendo esse requisito de extrema dificuldade de implementação tanto pelo tamanho da embarcação, quanto pelo orçamento do projeto.

A porcentagem de deslocamento estaque da embarcação será, no mínimo, de 100%. Uma vez que, mesmo em condições de avaria a embarcação deve ser capaz de efetuar, ou finalizar, o atendimento.

O número de canais de comunicação, 2, foi estimado considerando 1 canal marítimo de comunicação com outras embarcações e 1 com o corpo de bombeiro. Um cuidado a ser tomado é a questão do orçamento, o custo de uma aparelhagem de rádio de melhor qualidade pode vir a tornar o projeto inviável atualmente.

O rendimento do propulsor protegido, 0,55, foi estimado com base no rendimento usualmente encontrado para embarcações de planeio sem proteção (GERR, 2009).

A área da T-top foi estimada como um metro quadrado, para a cobertura da região de comando.

O tempo de operação foi baseado na entrevista feita com o fabricante, o mesmo menciona a autonomia da embarcação como sendo de 8 horas a uma velocidade de 25 nós. Porém, vale observar o fato de embarcações Atlantic e também as classe D, da RNLI, não terem autonomia maior que 3 horas (RNLI, 2016).

O custo de produção foi também obtido por meio de entrevista ao fabricante. Para tal informação, o proprietário da empresa foi questionado sobre qual custo seria interessante para a produção da embarcação, podendo considerar, por exemplo, a questão da licitação para a mesma. Com isso, o orçamento de uma embarcação destinada ao uso do corpo de bombeiros, de comprimento semelhante e já com dispositivos como rádio, sirene, kit primeiros socorros, maca e motor 90hp foi feito. Essa embarcação teria um valor de R\$105 800,00 (Cento e cinco mil e oitocentos reais). Sem o motor a embarcação ficaria por R\$64 000,00 (Sessenta e quatro mil reais), verificando um impacto de 40% do custo do motor sobre custo total da embarcação.

4.2 Projeto Conceitual da embarcação

Nesta seção do trabalho será apresentado o projeto conceitual da embarcação. Back et al. (2008, p. 247) definem esta fase do projeto como sendo “[...]a geração de soluções alternativas que atendam às especificações definidas”.

Os autores também mencionam que nesta etapa ocorre o desenvolvimento de várias soluções alternativas para o problema, sendo escolhida a(s) mais adequada(s) para seguirem adiante no projeto. Com isso, ao longo desta etapa, as alternativas são avaliadas e filtradas. Com isso, o processo de projeto conceitual da embarcação está descrito a seguir.

4.2.1 Modelar funcionalmente o produto

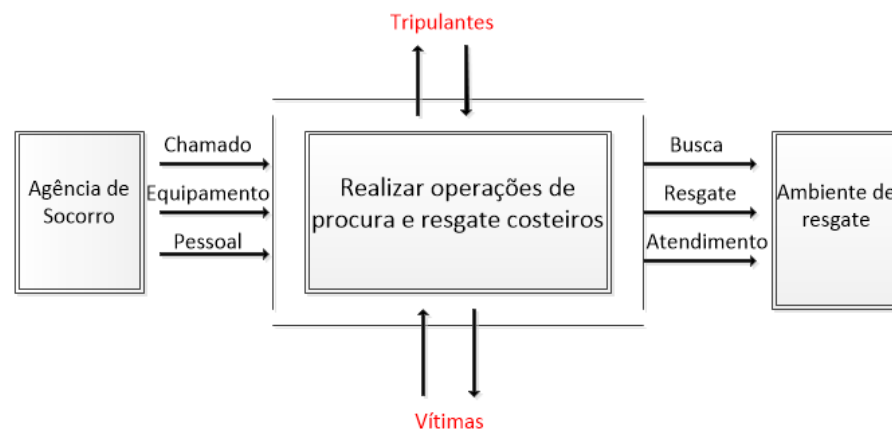
Para realizar a modelagem funcional do produto foi empregado o método da síntese funcional, também proposto por Back et al. (2008). Para isto, inicialmente, foi realizada a formulação da função global do sistema técnico.

Considerando que a embarcação se destina à salvação e tendo que ser utilizada em regiões costeiras, além das abrigadas, a função global definida para a embarcação é: **Realizar operações de procura e resgate costeiros.**

Com a função global formada Back et al. (2008) salienta a necessidade da informação das interfaces do sistema, destacando as interfaces com sistemas técnicos periféricos, com o usuário e com o meio-ambiente. Com isso, espera-se que, além de atender situações em ambientes costeiros mais revoltos, a embarcação também seja capaz de realizar os serviços de socorro em portos e vias navegáveis interiores.

A Figura 4.3 ilustra a função global da embarcação, bem como suas interfaces. Na imagem também são vistos como entrada: chamado, equipamento e pessoal. Estes partindo da agência de socorro. Após o chamado, considerando o correto desempenho da função global, espera-se que as saídas sejam a busca, o resgate e, se necessário, o atendimento do pessoal em situação de perigo. É visualizada também as interações diretas de tripulantes e vítimas com a função global.

Figura 4.3 - Função global da embarcação em projeto.



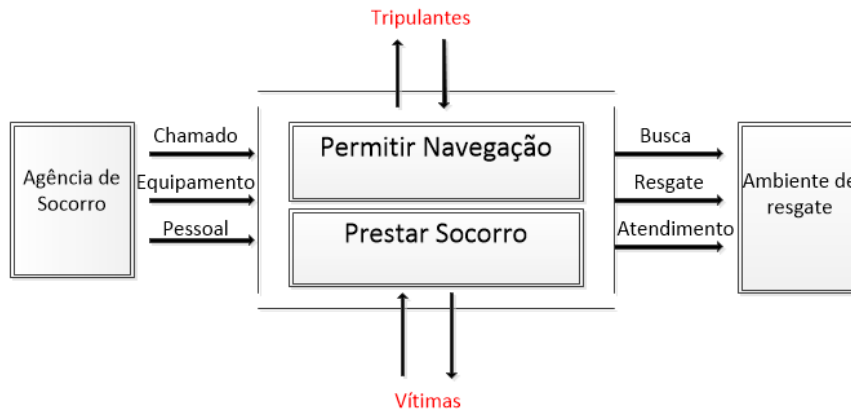
Fonte: Autor (2016).

Na sequência, foi realizado o desmembramento em duas funções. A realização deste desdobramento foi necessária tanto para facilitar a síntese funcional da embarcação, quanto para dar mais foco na síntese da função a ser desempenhada pela embarcação.

Assim, a função global da embarcação (realizar operações de procura e resgate costeiro) será desdobrada nas funções de “Permitir navegação” e “prestar socorro”. A função navegar corresponde a uma função desempenhada por uma embarcação genérica. A função de serviço desejada corresponde a função de prestar socorro. Com isso a função global inicial “realizar operações de procura e resgate costeiros”, fica desdobrada em duas funções ainda bastante abrangentes, e que serão melhor trabalhadas, que são “Permitir navegação” e “Prestar Socorro”.

A Figura 4.4 ilustra as funções obtidas a partir da global inicialmente definida. Nenhuma alteração foi feita quanto às interfaces existentes.

Figura 4.4 - Função global desmembrada em navegar e função específica.

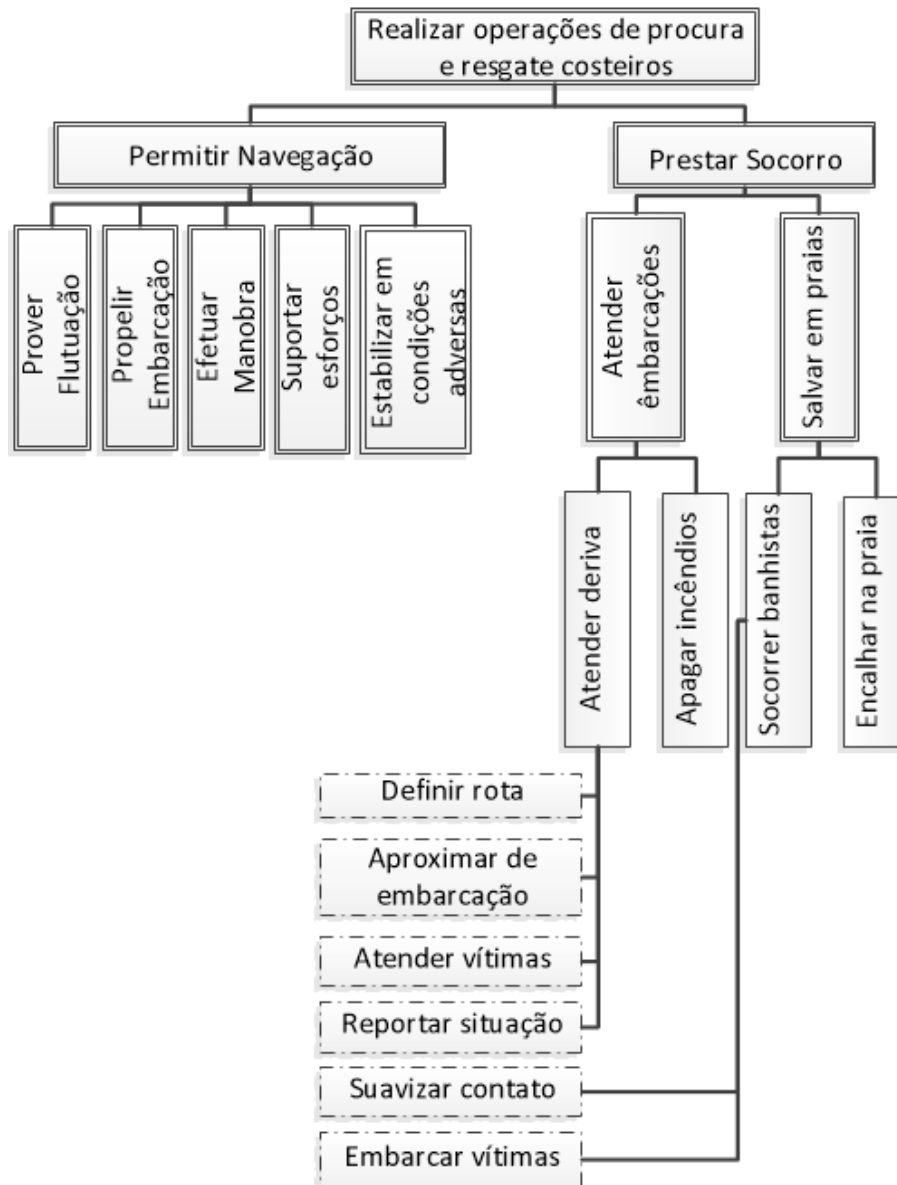


Fonte: Autor (2016).

Tem-se neste momento duas funções que devem ser melhor desenvolvidas, de modo a chegar em níveis aonde soluções possam ser encontradas para atender às funções desejadas.

Na sequência do projeto foi realizado o desenvolvimento da estrutura funcional do sistema técnico, o qual contempla o desenvolvimento de toda a estrutura funcional do produto. Para isto, considerando as informações do projeto informacional, nesta etapa ocorreu os desdobramentos das funções “Permitir navegação” e “prestar socorro” em sub funções. O resultado deste desdobramento está ilustrado na Figura 4.5.

Figura 4.5 - Desmembramento funcional total da embarcação.



Fonte: Autor (2016).

Tendo a estrutura funcional final representada na Figura 4.5, por uma questão de organização, as funções geradas serão explicadas de acordo com seu nível e com o auxílio de tabelas.

A Tabela 4.11 ilustra funções do segundo nível de desmembramento. Entende-se aqui o segundo nível como sendo formado pelas funções desmembradas das funções “Permitir navegação” e “Prestar socorro”.

Tabela 4.11 – Funções de segundo nível do desmembramento funcional.

Função	Objetivo
Prover flutuação	Garantir flutuação da embarcação.
Propelir embarcação	Permitir o movimento da embarcação.
Efetuar manobra	Dar sentido ao movimento existente.
Suportar esforço	Prover sustento estrutural à embarcação.
Estabilizar em condições adversas	Ser capaz de retorno em situações de abalroamento.
Atender embarcações	Fazer atendimento em casos de deriva e de incêndio.
Salvar em praias	Permitir o socorro aos banhistas e a capacidade de chegar à praia.

Fonte: Autor (2016).

Na Tabela 4.12 são explicadas as funções de terceiro nível. Esse desmembramento foi julgado necessário somente ao longo da função “Prestar socorro”, uma vez que na função “Permitir navegação” o segundo nível já permitiu a proposição de soluções existentes no mercado.

Tabela 4.12 – Funções de terceiro nível do desmembramento funcional.

Função	Objetivo
Atender deriva	Encontrar, atender e fazer o resgate em embarcações à deriva.
Apagar incêndio	Combater situações de incêndio em embarcações.
Socorrer banhistas	Atender vítimas em regiões de banho.
Encalhar na praia	Chegar até a areia da praia, para atendimento.

Fonte: Autor (2016).

Já na Tabela 4.13 são mostradas as funções de quarto nível, o último nível do desmembramento funcional feito neste trabalho. Com o desmembramento funcional finalizado parte-se para a próxima parte do projeto conceitual da embarcação. A próxima tarefa tratará da obtenção de princípios de solução para as funções encontradas.

Tabela 4.13 – Funções de quarto nível do desmembramento funcional.

Função	Objetivo
Definir rota	Capacidade de definição de rota.
Aproximar de embarcação	Aproximar de embarcações para a operação de resgate.
Atender vítimas	Capacidade de atendimento de primeiros socorros na embarcação.
Reportar situação	Reportar situação do resgate para central.
Suavizar contato	Evitar lesões por colisões com o casco.
Embarcar vítimas	Facilitar o acesso de vitimados ao convés.

Fonte: Autor (2016).

4.2.2 *Geração de Alternativas de Concepção*

A geração de alternativas de concepção inicialmente ocorreu a geração de princípios de solução e, conseqüentemente, a geração de alternativas de concepção do sistema técnico.

Para gerar os princípios de solução alternativos, analisou-se a estrutura funcional para então levantar soluções para cada função identificada. As funções foram dispostas em uma tabela juntamente com os princípios de solução encontrados. A Tabela 4.14 mostra os princípios de solução propostos.

Tabela 4.14 – Princípios de solução para as funções parciais encontradas.

Função		Princípios de solução		
Prover flutuação	Tipo de casco	Monocasco	Catamarã	
	Forma	Maior coeficiente de seção	Menor coeficiente de seção	
Propelir embarcação		Motor de popa	Motor de centro	
Efetuar manobra		Hélice c/ leme	Hélice azimuthal	Jato d'água
Suportar esforço		Fibra de vidro	Fibra de carbono	Alumínio
Estabilizar em condições adversas		Bolsa inflável	Espuma	Compartimento superior
Definir rota		Mapa	GPS	
Aproximar de embarcação		Acionamento elétrico (guincho)	Acionamento manual (catraca)	
Atender vítimas		Kit de primeiros socorros	Volume para itens de atendimento	
Reportar situação		Rádio tradicional	Rádio com comunicação com central	
Apagar incêndios		Reserva pressurizada	Canhão ligado ao motor principal	Canhão independente
Suavizar contato	Colar inflável	Colar de borracha	Colar de espuma	Colar misto, inflável com espuma
Embarcar vítimas	Embarque lateral	Embarque/desembarque pela proa	Embarque pela popa	Grade/rede de auxílio
Encalhar na praia	Casco em alumínio (não necessita adicionais)	Corpos de sacrifício em regiões de contato	Laminação externa de kevlar	

Fonte: Autor (2016).

Na sequência, ocorreu a geração das alternativas de concepção. Neste momento, os princípios de solução propostos foram combinados para a obtenção de alternativas de concepções para a embarcação em projeto.

Tabela 4.15 – Alternativas de concepções geradas.

Função	Atlantic 75	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Prover flutuação: tipo de casco	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco
Prover flutuação: forma		Coeficiente de seção menor	Coeficiente de seção menor	Coeficiente de seção maior
Propelir embarcação: motorização	Motor de popa	Motor de centro	Motor de popa	Motor de centro
Efetuar manobra	Azimutal (popa)	Jato d'água	Popa c/ jato d'água	Azimutal (centro-rabeta)
Suportar esforço	Alumínio	Fibra de vidro	Alumínio	Fibra de vidro
Estabilizar em condições adversas	Bolsa inflável	Bolsa inflável	Compartimento superior	Compartimento superior
Definir rota	GPS	GPS	GPS	GPS
Aproximar de embarcação	Guincho com acionamento elétrico	Guincho com acionamento elétrico	Guincho com acionamento manual	Guincho com acionamento manual
Atender vítimas		Volume para itens de atendimento	<i>Kit</i> de primeiros socorros	Volume para itens de atendimento
Apagar incêndios		Canhão ligado ao motor principal	Canhão independente	Canhão independente
Reportar situação	Rádio com comunicação com central	Rádio com comunicação com central	Rádio com comunicação com central	Rádio com comunicação com central
Suavizar contato	Colar inflável	Colar misto	Colar de espuma	Colar inflável
Embarcar vítimas	Embarque lateral	Embarque pela proa	Grade/rede de auxílio	Embarque lateral
Encalhar na praia	Casco em alumínio	Laminação externa de kevlar	Casco em alumínio	Laminação externa de kevlar

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.15 mostra as concepções geradas em maiores detalhes. A Atlantic 75 foi adicionada a esta tabela buscando uma referência para a próxima etapa, que é a comparação entre as concepções.

4.2.3 Selecionar as concepções viáveis

Para realizar a seleção da concepção mais viável foi empregada a matriz de Pugh (PUGH, 1995 apud FERREIRA, 2009). Busca-se assim a hierarquização das alternativas de concepções utilizando como critérios as especificações de projeto. O peso de importância dos requisitos de projeto foi obtido da 1ª Matriz do QFD.

Tabela 4.16 – Matriz de Pugh aplicada na embarcação em projeto.

Critério	Importância	Atlântic 75	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Tempo de operação	421,4	0	0	0	+
Custo de produção [R\$]	407,7	0	+	0	+
Vazão anti-incêndio	356,1	0	+	+	+
Área de convés	355,3	0	-	0	-
Área para embarque de vítimas	334,7	0	+	0	+
Número de canais de comunicação	318	0	0	0	0
Volume para equipamentos	317,2	0	+	0	+
Boca	307,1	0	0	0	0
Velocidade	252,8	0	0	0	0
Área abaixo da curva GZ	243,7	0	0	0	0
Deslocamento à prova d'água	236,8	0	0	0	0
GM - Estabilidade estática	231,3	0	0	0	0
Aceleração vertical em ondas	186,1	0	+	-	0
Número de dispositivos para clipagem	176,8	0	0	0	0
Eficiência do propulsor protegido	153,3	0	-	-	0
Comprimento	138,8	0	0	0	0
Área da cobertura T-top	132,7	0	+	+	+
Resistência ao avanço	127,9	0	0	0	0
Calado	87,1	0	0	0	0
Peso	64,9	0	+	0	+
	(+)	0	1799,4	488,8	2034,7
	(-)	0	508,6	339,4	355,3
	TOTAL	0	1290,8	149,4	1679,4

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 4.16 mostra o resultado obtido com a aplicação da matriz de Pugh no presente projeto. Alguns requisitos de projeto como as dimensões da embarcação, que ainda não foram obtidas, e outros parâmetros ainda sem valores definidos para as diferentes concepções foram tomados como zero nesta análise.

Com isso, as concepções 1 e 3 serão levadas adiante em projeto. Na sequência as concepções selecionadas serão submetidas à espiral de projeto, de forma a entrar na fase preliminar do projeto.

4.3 Projeto Preliminar da embarcação

Com as concepções da embarcação selecionadas, inicia-se o projeto preliminar. Nesta fase são realizados cálculos e definições mais detalhadas para a embarcação. Deste modo, inicialmente serão definidas as informações (parâmetros) da espiral de projeto utilizada, para que então os cálculos possam ser iniciados.

Reverendo o quadro de especificações-meta de projeto (Tabela 4.9), contendo os requisitos com suas importâncias, é notada a relevância das características referentes a função desempenhada pela embarcação. Uma vez que todos os requisitos de maior importância são relativos à função de socorro.

Com isso, buscando dar a devida prioridade para a função que será desempenhada pela embarcação, o item inicial da espiral será o arranjo da embarcação. Assim, alternativas de arranjos serão geradas e analisadas para a obtenção das dimensões principais de cada concepção selecionada na fase de projeto conceitual.

Tal abordagem torna o arranjo da embarcação acoplado com a definição das dimensões da mesma. Portanto, o primeiro ponto da espiral será o item “Arranjo e dimensionamento”, sendo seguido pelos demais sistemas a serem definidos.

A definição dos demais sistemas a serem utilizados na espiral de projeto será feita com auxílio do desmembramento da função parcial “Permitir Navegação”, feito no projeto conceitual da embarcação.

Assim sendo, a função “Prover flutuação”, será responsável pelo elemento “Forma” na espiral. Seguindo na estrutura funcional as funções “Propelir embarcação” e “Efetuar manobra” resultam na etapa da espiral de projeto denominada “Propulsão e manobra”. A etapa “Material e estrutura”, resulta da função “Suportar esforços”. A função “Estabilizar em condições adversas” gerou a etapa “Pesos e estabilidade”. Por fim foram adicionados a espiral as etapas “Sistemas embarcados” e “Construção e custo”, afim de que esta abrangia sistemas elétricos e hidráulicos da embarcação, bem como análises relativas à construção e o custo da mesma.

Com os elementos que compõe a espiral definidos, os mesmos foram hierarquizados com o objetivo de elencar o sequenciamento de cálculos partindo de itens menos dependentes, para os mais dependentes.

A hierarquização foi realizada empregando-se uma matriz de influência. Neste momento busca-se saber somente quais itens tem menor dependência em seus cálculos e quais têm maior dependência. Com isso, os itens de menor dependência foram calculados antes dos demais.

A Tabela 4.17 mostra o resultado obtido. O número pequeno de itens a serem comparados permite que a pontuação para o preenchimento da matriz seja feita apenas pontuando 1, para o caso em que o elemento linha não pudesse ser calculado sem o elemento coluna, ou 0 para o caso contrário. Obtendo assim a indicação de quais itens são mais, ou menos, dependentes.

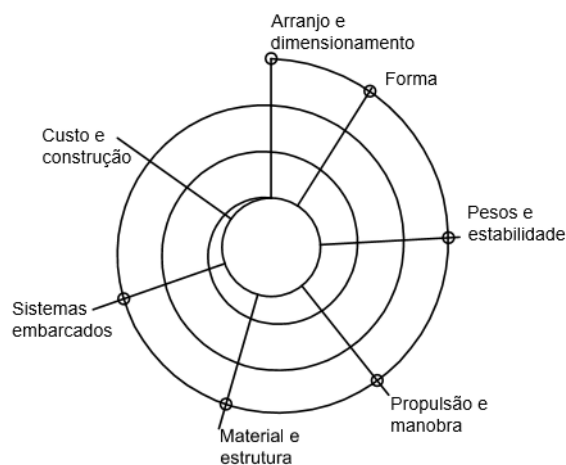
Tabela 4.17 – Matriz para hierarquização dos sistemas da espiral de projeto.

	1	2	3	4	5	6	Soma
Forma	1		0	0	0	0	0
Pesos e estabilidade	2	1		0	0	0	1
Material e estrutura	3	0	1		1	0	2
Propulsão e manobra	4	0	1	1		0	2
Sistemas embarcados	5	1	1	1	1		4
Construção e custo	6	1	1	1	1	1	5

Fonte: Autor (2016).

Diante da hierarquização feita, a espiral de projeto representada na Figura 4.6 pode ser obtida. A utilização de intersecções circuladas, entre a espiral e os itens, é feita para mostrar que o item será analisado naquela volta.

Figura 4.6 - Espiral de projeto utilizada para o projeto da embarcação de resgate.



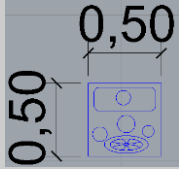

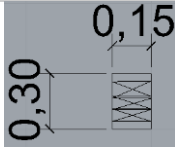
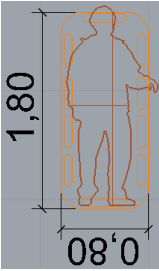
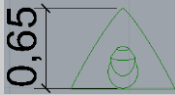
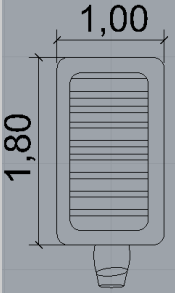
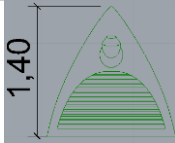
Fonte: Autor (2016).

A seguir é mostrada a sequência de projeto com base na espiral de projetos. Os conceitos levantados até o momento serão submetidos a primeira volta da espiral a fim de obter uma análise técnica, focada em soluções do meio naval.

4.3.1 Elaboração do arranjo e dimensionamento

De maneira geral a disposição do arranjo contará com a localização do painel de comando, acentos para tripulantes, alocação de guincho e espaço para atendimento em maca, além de itens pertinentes à concepção específica. A Tabela 4.18 traz as imagens utilizadas nesse primeiro arranjo do convés, juntamente com suas identificações e dimensões. O fato dos espaços para o canhão de incêndio não apresentarem uma medida ocorre pois a largura do espaço do equipamento anti-incêndio é ajustada à largura da proa.

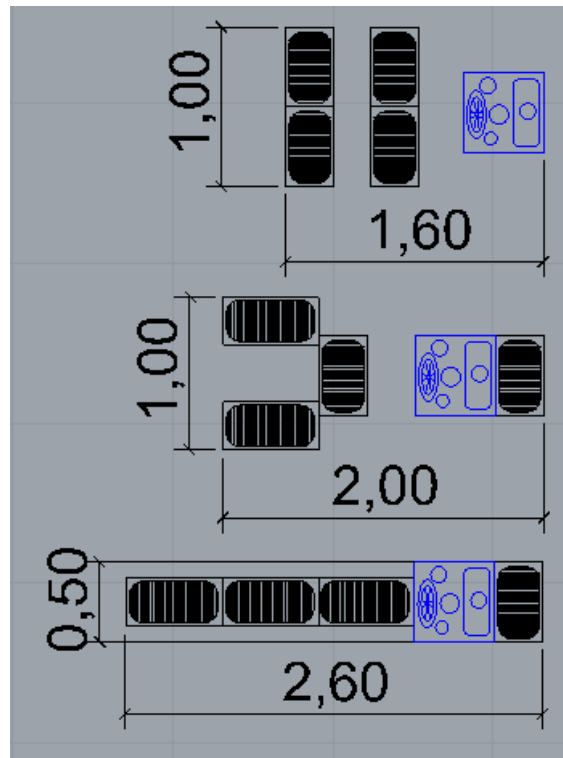
Tabela 4.18 – Descrição das ilustrações utilizadas no arranjo do convés, juntamente com suas dimensões.

Nome	Item e dimensões [m]	Nome	Item e dimensões [m]
Painel de comando		Acento	
Guincho		Maca com vítima	
Canhão anti-incêndio		Conjunto motor de centro e propulsor	
Canhão anti-incêndio com moto bomba			

Fonte: Autor (2016).

Já a Figura 4.7 ilustra algumas possibilidades de arranjo existentes para o conjunto de bancos e painel de comando, juntamente com a dimensão ocupada pelo conjunto. Nota-se aqui a tendência de acréscimo do comprimento com a utilização de acentos enfileirados, tipo cela.

Figura 4.7 - Possibilidades de arranjo e dimensões dos assentos e painel de comando.



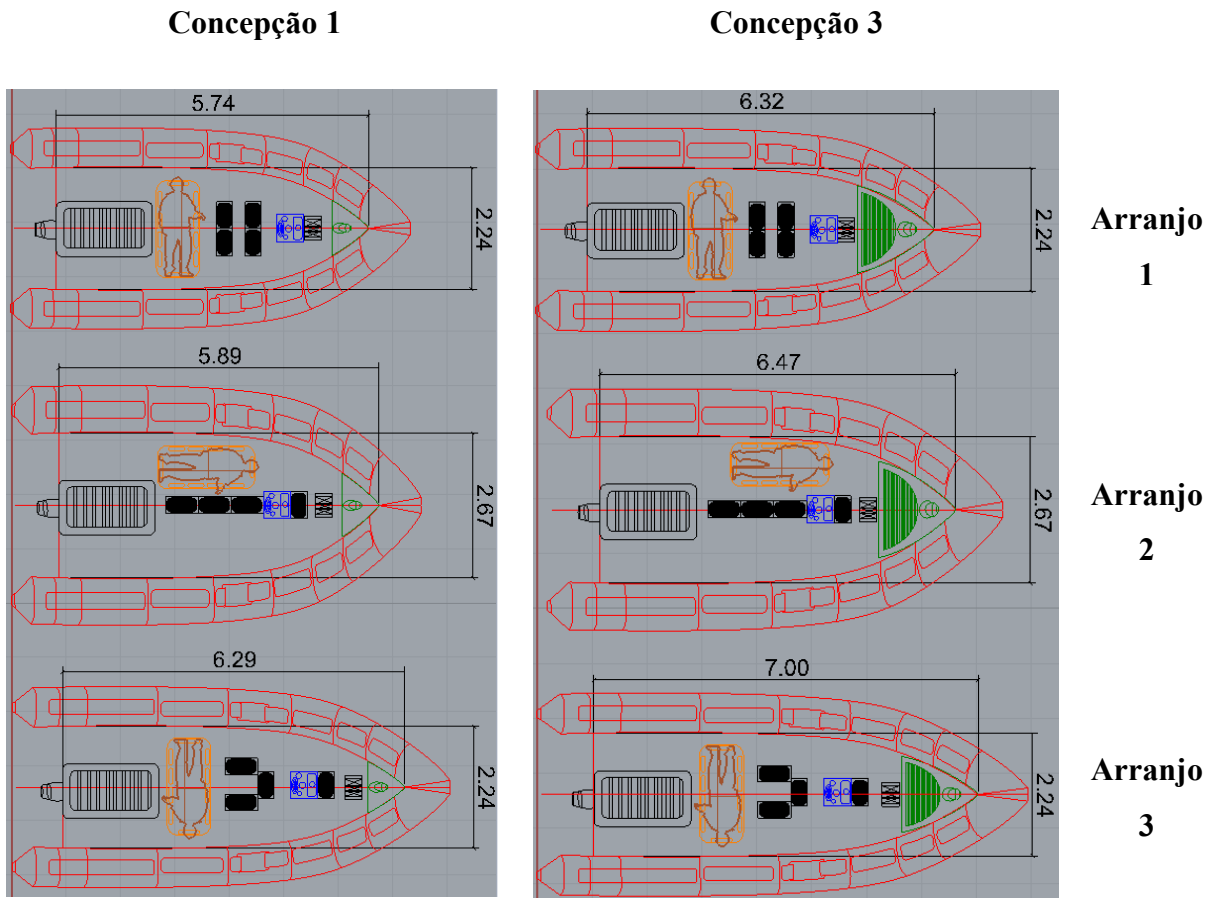
Fonte: Autor (2016).

Na Figura 4.8 são observadas as possibilidades propostas de arranjo do convés para a primeiras estimativas das dimensões de comprimento e de boca para ambas concepções em projeto. Foi utilizado no arranjo o desenho ilustrativo do colar que envolverá o casco, porém vale salientar que tal desenho foi adicionado somente por questão estética, o dimensionamento dos tubos só poderá ser efetuado a partir do momento em que o deslocamento da embarcação for conhecido.

Nota-se também na Figura 4.8 que o arranjo 1 mostrou melhor aproveitamento do espaço do convés, ficando com as menores dimensões de comprimento e largura. Também é notado que o arranjo 3 ficou com o maior L/B, tendo uma forma mais afilada.

Duas são as justificativas que tornam os arranjos 1 e 3 mais interessantes para o projeto. Primeiro, os dois arranjos apresentaram um corpo mais fino, característica que deve beneficiar em águas agitadas. O segundo motivo é que as embarcações mostraram um melhor aproveitamento do espaço de convés, podendo ser percebido um espaço maior para o atendimento de vítimas na maca, por exemplo.

Figura 4.8 - Possibilidades de arranjo para as concepções 1 e 3, com dimensões de comprimento e largura, em metros.

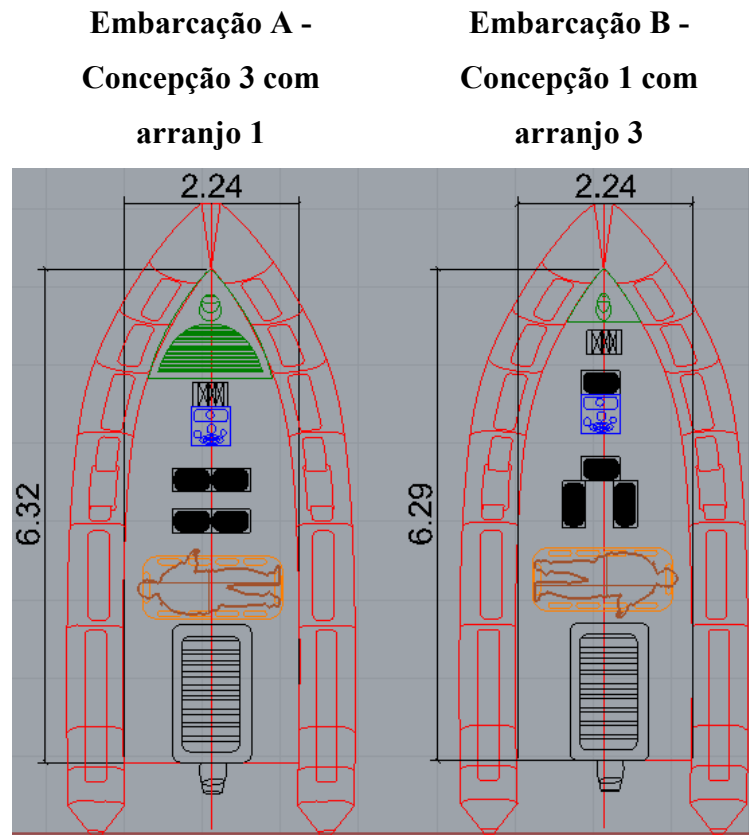


Fonte: Autor (2016).

Com isso, tendo o foco do projeto nos arranjos 1 e 3, o projeto será levado adiante com a concepção 1 tendo o arranjo 3 e a concepção 3, o arranjo 1. A escolha se deu pelo fato da concepção 1, obtida na fase conceitual, ter um espaço menor ocupado pelo equipamento anti-incêndio. Também, a concepção 3 mostrou dimensões muito próximas da concepção 1 com as configurações de arranjo escolhidas. A Figura 4.9 ilustra melhor as escolhas obtidas, bem como nomeia as concepções que seguirão em projeto, Embarcação A e Embarcação B.

Com o término desta etapa torna-se interessante ressaltar dois fatos percebidos durante a obtenção dos arranjos da embarcação. O primeiro é a questão dessa embarcação ter se mostrado uma embarcação de área, quanto às necessidades existentes nos espaços da embarcação. O segundo fato é que os arranjos obtidos nas embarcações A e B mostraram uma tendência de modularização da embarcação. Tira-se a conclusão de que, desde que o espaço do convés seja garantido, a forma do casco tem independência quanto aos arranjos obtidos.

Figura 4.9 - Concepções e arranjos selecionados.



Fonte: Autor (2016).

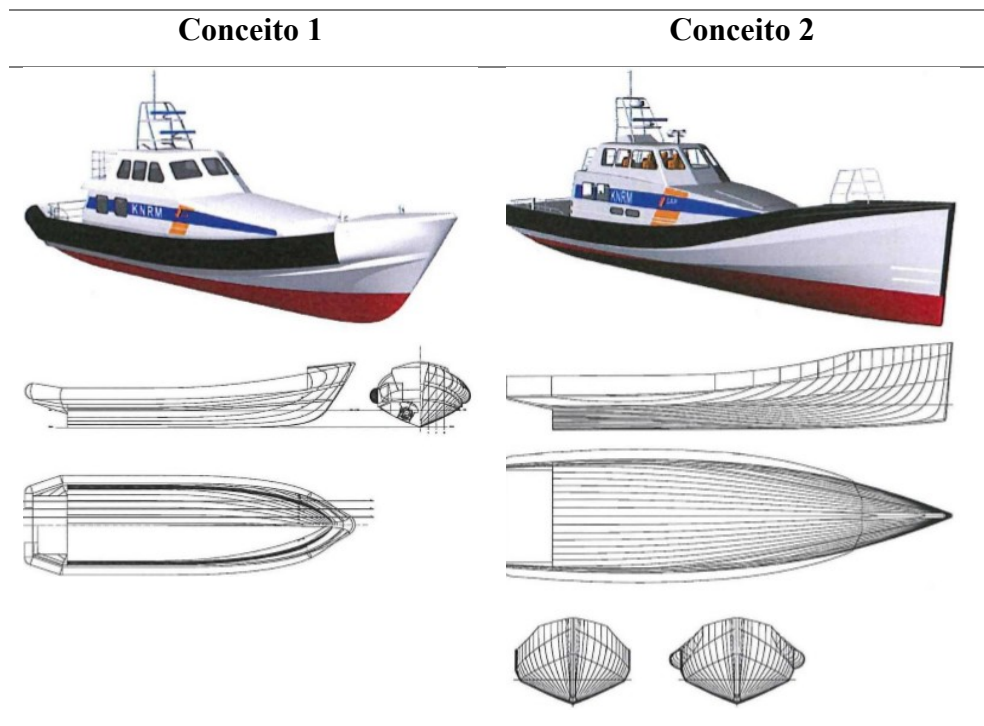
4.3.2 Estudo da forma

Quanto a utilização de um monocasco, Cantrill et al. (ca. 1999) menciona que a facilidade de endireitamento de um monocasco aliada às incertezas existentes quanto à manobrabilidade e o comportamento no mar de catamarãs, torna preferível a utilização de monocascos para o resgate. O autor também menciona a questão da preferência de semirrígidos ao invés de monocascos simples, sem o colar.

Também, Keuning et al. (2011) menciona a tendência de melhor comportamento no mar de cascos afilados, com alto L/B, com *deadrisers* mais altos na região da proa e com uma forma mais fina nessa região. Essa alta relação L/B da embarcação também confere avanços quanto à resistência ao avanço.

A Figura 4.10 traz os conceitos desenvolvidos e estudados por Keuning et al. (2011). Nela são observadas imagens juntamente com os planos de linhas dos conceitos apresentados.

Figura 4.10 – Comparação entre conceitos de linhas de casco de embarcações todo-tempo (*all weather*) da instituição norueguesa KNRM.



Fonte: Keuning et al. (2011).

Tendo a forma do casco tamanha influência no desempenho do serviço de embarcações de resgate, o presente trabalho se delimitará apenas nessa apresentação de conceitos a serem levados em consideração nesta etapa.

4.3.3 Definição de material e estrutura

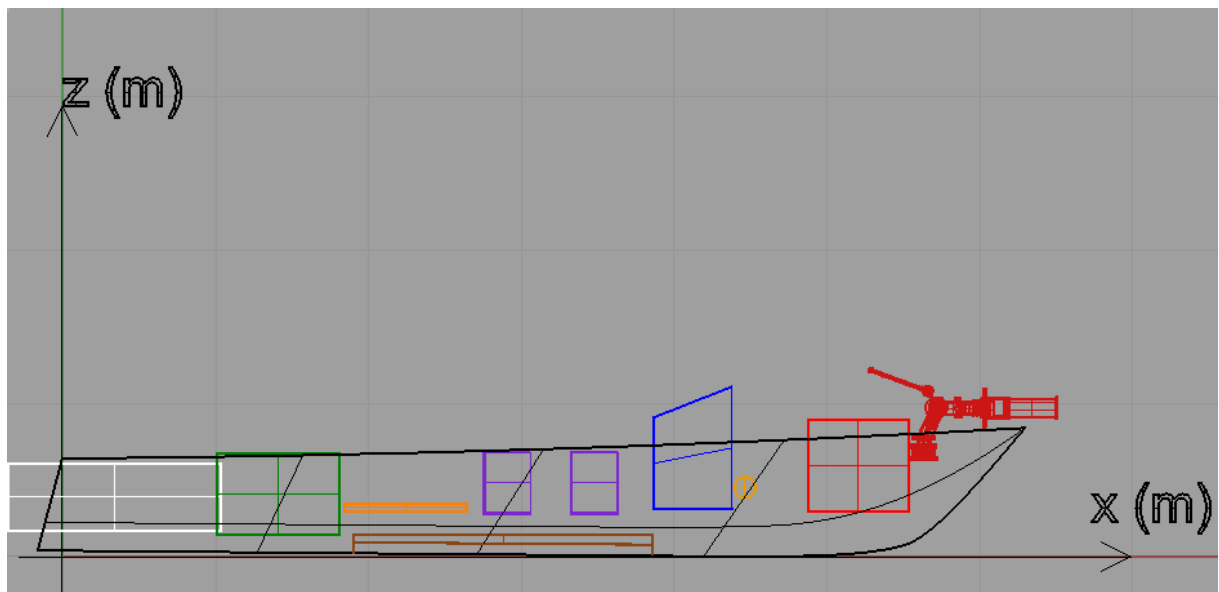
Sendo a fibra de vidro o material utilizado nas concepções em projeto, Keuning et al. (2011) menciona algumas vantagens de sua utilização perante o alumínio em embarcações de resgate:

- Conhecimento do processo construtivo, uma vez que a fibra de vidro é largamente utilizada, principalmente na indústria náutica;
- Repetitividade do processo, esta conseguida através da utilização de moldes na construção seriada;
- Bom peso, conseguido tanto por processos avançados de laminação, quanto pela utilização de núcleos; e
- Boa aparência, proporcionada pela laminação feita em moldes.

4.3.4 Definição de pesos e estabilidade

Para esta etapa torna-se interessante uma listagem inicial dos pesos a serem posicionados e calculados. A Tabela 4.19 mostra os itens identificados nesta etapa de projeto, bem como sua localização de acordo com a concepção, e a Figura 4.11 mostra uma vista lateral da embarcação A, nela pode ser observado o sistema de coordenadas utilizado na localização dos pesos a bordo, com início longitudinal no espelho de popa e vertical na linha de base.

Figura 4.11 – Vista lateral do arranjo com a moto bomba.



Fonte: Autor (2016).

Tabela 4.19 – Lista inicial de pesos e localizações de seus centros.

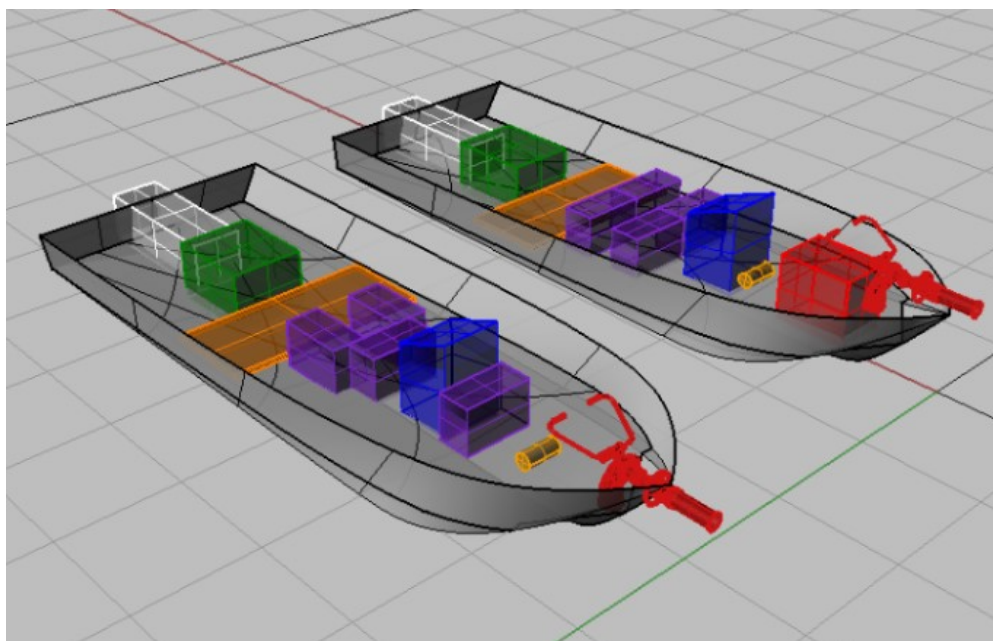
Item	Peso [kg]	Embarcação A			Embarcação B		
		X1 [m]	Y1 [m]	Z1 [m]	X2 [m]	Y2 [m]	Z2 [m]
Casco	140	3,43	0	0,25	3,43	0	0,25
Canhão	7	5,84	0	0,9	6	0	0,9
Moto bomba	76	5,20	0	0,58	-	-	-
Guincho	10	4,45	0	0,46	5,1	0	0,46
Comando	6,25	4,2	0	0,77	4,13	0	0,77
Acentos ré	(2*3,5)7	3,2	0	0,55	3	0	0,55
Acentos a vante	(2*3,5)7	3,2	0	0,55	4	0	0,55
Motor de centro	288	1,4	0	0,36	1,4	0	0,36
Hidrojato	75	0,5	0	0,33	0,5	0	0,33
Tanque de combustível	74	2,86	0	0,09	2,86	0	0,09

Fonte: Autor (2016).

Com intuito de obter uma primeira estimativa para o peso do casco e também para se ter um arranjo tridimensional dos pesos, um modelo de casco foi gerado com o software Rhinoceros, através de sua extensão Orca3D. O modelo gerado é visto na Figura 4.12, juntamente com os arranjos propostos às concepções em projeto. O modelo de casco obtido forneceu uma área de superfície de 18 m².

Aplicando o dimensionamento existente em Gerr (2000) para o fundo do casco da embarcação em projeto, obtém-se uma espessura de 5,4 mm. Neste primeiro momento essa espessura será utilizada sobre todos os 18 m² de superfície, vale ressaltar que embora parece estar superestimando o peso da estrutura, os reforços ainda não foram contabilizados, tornando justificável esse superdimensionamento para o primeiro cálculo de pesos e centros.

Figura 4.12 - Esboço dos arranjos propostos, em blocos, para uma primeira estimativa de pesos e centros.



Fonte: Autor (2016).

Gerr (2000) menciona as combinações tecido-manta 24-15 e 18-10 como as mais comuns, as mesmas contam com as composições 814g/m^2 - $457,5\text{g/m}^2$ e 610g/m^2 - 305g/m^2 de tecido-manta, respectivamente. Com essas informações, foi sugerida uma combinação de uma camada 24-15 e duas camadas 18-10, fechando 5,46 mm de espessura e com uma gramatura total de $3101,5\text{ g/m}^2$. Multiplicando pela área do casco, de 18 m^2 , tem-se um peso total de fibra de vidro de aproximadamente 56kg. Considerando uma laminação com composição de 60% de resina e 40% de fibra, valor aceitável para a laminação manual, ficamos com aproximadamente 84 kg de resina, o que dá uma primeira estimativa para o peso do casco de 140 kg.

A unidade do canhão de água vista no site da empresa Bucka⁶ para esta estimativa pesa em torno de 7 kg. Já a moto bomba, um conjunto bomba e motor à diesel do fornecedor Vulcan⁷, com vazão de até $64\text{ m}^3/\text{h}$ e 3h 20 min de autonomia nessa vazão, tem peso de 76kg.

O peso do guincho foi inicialmente estimado em 10 kg. Esse valor foi obtido através de modelos de guincho utilizados para a ancoragem de embarcações. Como informações sobre possibilidade de reboque em embarcações menores não foram encontradas, esse valor será adotado neste início de projeto.

⁶ <http://www.bucka.com.br/canhao-monitor/>

⁷ <http://www.vulcanequipamentos.com.br/produto/motobomba/motobombas-diesel-vmbe-40d/>

Os acentos e o painel de comando tiveram seus pesos estimados da mesma forma que o casco, porém nesse caso somente uma camada da composição 24-15 foi utilizada. O painel de comando, com uma área de superfície de 1,94 m², ficou com 6,25 kg. Já cada unidade de acento ficou com 3,5 kg, considerando uma área de 1,1 m². Os cálculos foram feitos considerando 60% de resina na laminação.

Para obtenção dos pesos do hidrojato e do motor, fornecedores desses produtos foram consultados. Para o hidrojato, o modelo HJ 212⁸ foi selecionado, o mesmo opera em potências de até 350 hp, tendo um peso de 75 kg. Já o motor foi selecionado a partir de site de fornecedor⁹, o mesmo fornece uma potência de 135 hp e tem um peso de 288 kg.

Para uma primeira estimativa do tanque de combustível, foi considerado um consumo de 220 g/kWh para o motor (VOLVOPENTA, 2015). Cantrill et al. (?) menciona a autonomia da embarcação de resgate como 2,5 horas em mar agitado, tendo que restar ainda 10% do tanque. Como eficiências do sistema e as margens de mar ainda não foram calculadas, a autonomia será estimada em três horas a 100 kW (aproximadamente 135 hp), mantendo a restrição de que deve restar 10% do combustível no tanque ao final da missão. Essas considerações fornecem um peso total de 74 kg de combustível. Como o motor proposto utiliza gasolina, de densidade aproximada de 750 g/l, o volume do tanque será de aproximadamente 100 litros. Visando dar foco nos itens de convés, esse volume não é mostrado na Figura 4.12 mas foi alocado em um tanque localizado entre o motor e o painel de comando, com a mesma largura do motor.

A Tabela 4.20 mostra os resultados obtidos nessa etapa de listagem de pesos da embarcação. Nela são observados o peso (considerando tanque de combustível cheio) e as componentes longitudinal e vertical do centro de gravidade da embarcação, LCG e VCG, respectivamente. Também, com o modelo virtual disponível, torna-se relativamente fácil a obtenção de uma estimativa inicial de calado para as embarcações. A estimativa foi feita considerando o peso obtido e trim nulo.

⁸ <http://www.hamiltonjet.com/global/hj-series>

⁹ <http://www.centronautico.net/motores-mercruiser-centro-rabeta/936-motor-mercruiser-135-hp-30l-gasolina.html>

Tabela 4.20 – Peso leve das embarcações, LCG, VCG e calado.

	Peso [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Calado [m]
Embarcação A	690,25	2,44	0,34	0,183
Embarcação B	614,25	1,88	0,28	0,174

Fonte: Autor (2016).

Considerando uma embarcação Atlantic 75, que tem um deslocamento de 1.600 kg (Um mil e seiscentos quilogramas) (Tabela 3.3), o peso encontrado pode ser visto como dentro da faixa de projeto. Uma vez que o peso embarcado tende a aumentar com a adição dos pesos de elementos estruturais nos cálculos e também outros equipamentos que ainda não foram adicionados nesta etapa de projeto, como o arco de popa e a cobertura T-top.

Aproveitando a comparação feita com a embarcação Atlantic 75, torna-se interessante a mesma análise para uma primeira ideia da capacidade de resgate da embarcação em projeto. A Atlantic 75 tem capacidade para até 23 pessoas, sendo 20 sobreviventes e 3 tripulantes (RNLI, 2016).

Como detalhes da disposição das pessoas à bordo não foi dado, esse valor será somente utilizado para uma estimativa de deslocamento da embarcação em carregamento pleno. Com isso, considerando sobreviventes de 75 kg e o deslocamento leve informado de 1600kg, a embarcação tem um deslocamento de 3100 kg considerando carga máxima.

4.3.5 *Definição do sistema de propulsão e manobra*

Cantrill et al. (ca. 1999) menciona a preferência de uso, para o caso de resgate, do hidrojato. Este garante alta capacidade de manobra à embarcação, inclusive com a possibilidade de um movimento lateral sem a necessidade de um propulsor de proa. A opção de utilização do hidrojato também dispensa a necessidade de leme, uma vez que a manobra é feita através do redirecionamento do fluxo de água.

Além das características mencionadas o hidrojato também tem seu propulsor naturalmente protegido, não necessitando de dispositivos externos para a proteção contra colisões. Também, a utilização de hidrojato permite à embarcação a possibilidade de navegação em locais bastante rasos, sendo possível o encalhe proposital em praias se necessário, sem que o propulsor e o leme corram riscos de serem danificados.

O dispositivo de jato d'água pode ser utilizado tanto em motor de popa quanto em motor de centro, como mostra Gorsush (2011).

Porém, no motor de popa o fluxo de água é redirecionado em 90°, fazendo com que a eficiência desse arranjo tenha uma perda de 30% se comparada com a do motor de centro ligado ao jato d'água (GORSUSH, 2011).

Além da eficiência melhor, o motor de centro proporciona uma melhor distribuição de pesos na embarcação. Porém o custo geral agregado na utilização do motor de centro tende a ser maior, uma vez que a necessidade de estrutura mais reforçada aumenta o custo do casco e da carretinha de reboque e também o custo do motor é mais alto do que o de popa (GORSUSH, 2011).

O conhecimento da utilização do motor de popa com propulsão a jato d'água abre a possibilidade de pensar nessa motorização caso seja requerido maior aproveitamento do espaço de convés ou minimização do comprimento total da embarcação.

4.3.6 Definição dos sistemas embarcados

De acordo com as informações levantadas ao longo desse modelo híbrido de projeto tem-se que entre os itens que virão a compor o sistema embarcado estão:

- Rádio VHF (comunicação com o corpo de bombeiros);
- GPS;
- Sonar;
- Gerador;
- Bateria;
- Sistema hidráulico; e
- Sistema elétrico.

Com o sistema hidráulico, busca-se a implantação dos sistemas anti-incêndio e de direção. Já o sistema elétrico foi citado para garantir a compatibilidade da embarcação com todos os equipamentos requeridos.

Deste modo, tem-se gerado um modelo da embarcação de resgate a partir de um modelo híbrido de projeto. A Tabela 4.21 reúne os dados levantados nessa primeira volta da espiral de projeto concluindo o escopo estabelecido para este trabalho.

Tabela 4.21 – Resumo de informações da primeira volta da Espiral de projeto.

Item	Embarcação A	Embarcação B
Comprimento [m]	6,32	6,29
Boca [m]	2,24	2,24
Forma	Monocasco, semirrígido, afilado (tendência a aumentar L/B).	
Peso (c/ motor e combustível)	690,25	614,25
LCG	2,44	1,88
VCG	0,34	0,28
Calado	0,183	0,174
Propulsão e manobra	Possibilidade da utilização de hidrojato com motor de popa.	
Material e estrutura	Fibra de vidro	
Sistemas embarcados	Lista inicial de itens a serem instalados e sistemas a serem analisados.	

Fonte: Autor (2016).

5 CONCLUSÃO

O processo de projeto organizado e utilizado neste trabalho mostrou três fases distintas do projeto naval organizadas em diferentes fases do projeto. Em um primeiro momento a obtenção e organização das informações iniciais de projeto foi obtido, na fase de projeto informacional. Então, no projeto conceitual, o desmembramento funcional da embarcação permitiu a obtenção de possíveis concepções, ainda abstratas, somente com as possibilidades de solução, da embarcação de resgate. Para que então, finalmente, a espiral de projeto fosse utilizada para a materialização e o refino do conceito gerado.

Apesar da organização obtida com a implementação do processo de desenvolvimento de produtos industriais no processo de projeto naval, nota-se uma necessidade de amadurecimento da ideia e também experiência para obtenção das informações iniciais de projeto. O processo de obtenção de informações, apesar de eficaz, mostrou um conflito existente entre a linguagem de projeto (técnica) e a linguagem dos clientes, ponto crucial para obtenção das especificações de projeto, resultado da fase informacional de projeto. Com isso, propõe-se para trabalhos futuros estudos de atributos, ciclo-de-vida e síntese funcional de embarcações.

Também, neste trabalho foi observada a necessidade de pesquisas na área do desenvolvimento de embarcações para o resgate oceânico (conhecidas na literatura como *all weather*, ou todo tempo, se traduzido literalmente). Como são embarcações de maior porte e que farão a atividade de resgate em condições adversas de tempo, o seu projeto necessita de maiores estudos na área de estabilidade, comportamento no mar e manobrabilidade. Assegurando segurança e capacidade de exercer a função em suas condições de serviço.

Ademais o presente trabalho resultou no desenvolvimento do conceito de uma embarcação que, apesar de necessitar de mais refino, já demonstra maior capacidade funcional, se comparada com as embarcações existentes e visitadas na etapa de levantamento das necessidades.

Tal capacidade funcional incrementada pode ser vista na existência de equipamento para combater incêndios e espaço para tratamento de vítima em maca. Quanto a dimensão, os conceitos gerados apresentaram uma tendência de um comprimento maior do que os 5,5 metros avistados nas embarcações utilizadas atualmente pelos bombeiros.

Contudo, vale salientar que as embarcações geradas neste trabalho têm um hidrojato com motor de centro, item que ocupou 1,8 metros de comprimento no convés, enquanto que às utilizadas pelas corporações atualmente utilizam motores de popa. Com isso, caso o aumento na dimensão não seja aceito, pode-se cogitar a mudança do sistema propulsivo. Tal modificação acarretaria em uma embarcação com um comprimento menor, porém com propulsor exposto.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE JÚNIOR, N. T. FABRICIO, P. GABRIELA, K. G. I. RAPHAEL, W. M. THIAGO, J. A. R. THYANE, F. G. O. VINICIUS, F. M. **Amortecedor de alta performance para veículo off-road: projetos informacional e conceitual**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/1256750/>>. Acessado em: 22 jun. 2016.
- BACK, N. OGLIARI, A. SILVA, J.C. DIAS, A. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Editora Manole. ISBN: 978-85-204-2208-3. 2008.
- BRASIL. **Lei nº 7.273**. Dispõe sobre a Busca e Salvamento de Vida Humana em Perigo no Mar, nos Portos e nas Vias Navegáveis Interiores, de 10/12/1984.
- CANTRILL, R. HINGE, D. BARNES, J. CRIPPS. FOGARTY, H. **Design and development of a new RIB for the Royal National Lifeboat Institution**. Royal National Lifeboat Institution, [ca. 1999]. UK.
- EVANS, J. Harvey. Basic design concepts. **Journal of the American Society for Naval Engineers**, v. 71, n. 4, p. 671-678, 1959.
- FERREIRA, C. V. **Processo de desenvolvimento de produtos nas indústrias do setor da mobilidade e a integração de fornecedores**. 2009. 112 f. Trabalho submetido à apreciação da Banca Examinadora do Concurso Público da Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2009.
- FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. Florianópolis, 2000. 180f. Tese de Doutorado, PPGEM – UFSC.
- GERR, D. **The Elements of Boat Strength: For Builders, Designers, and Owners: For Builders, Designers, and Owners**. McGraw Hill Professional, 2000.
- GERR, D. **Boat Mechanical systems handbook: how to design, install, and recognize proper systems in boats**. McGraw Hill Professional, 2009.
- GODINHO, J. O. **Estudo sobre o emprego de caiaque inflável de dois lugares para operações de salvamento aquático em rios, lagos e represas**. 2006. 31 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização de Bombeiros Para Oficiais, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Florianópolis, 2006.
- GORSUSH, C. **Inboard vs. Outboard Jetdrives**. Pennsylvania Angler and Boater. Jul-Ago, 2011. p. 32-35. Disponível em: <http://fishandboat.com/anglerboater/2011ab/vol80num4_julyaug/05invsout.pdf>. Acessado em: 18/07/2016.

HOBBS, M. A. **Simple, effective performance ribs: development of production orientated advanced composite ribs.** International Conference on Rigid Inflatables, 06, 2005. Cowes.

KEUNINIG, J.A. VISCH, G.L. GELLING, J.L. LENTSCH, V. W. BUREMA, G. **Development of a new SAR boat for the Royal Netherlands Sea Rescue Institution.** International Conference on Fast Sea Transportation, 11, 2011. Honolulu.

KREUGER, L. **Contribuições ao processo de desenvolvimento de embarcações: Estudo de caso no estaleiro Kalmar.** 2008. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LAMB, Thomas. **Ship Design and Construction.** 4. ed. Nova Iorque: Sheridan Books, 2003.

LARSSON, L. ELIASSON, R. **Principles of yacht design.** 2. ed. Londres: A&C Black, 2000.

LEAL, R. R. **Um estudo sobre o serviço de salvamento aquático em água doce no estado de santa catarina.** 2012. 86 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Florianópolis, 2012.

MORAES, A. A. **Projeto de Produto Náutico: Projeto de Veleiros.** 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

NAZAROV, A. **Designing the boat of your dreams: considerations before you start.** *Sea Yachting*, South East Asia, vol. 1, n. 6, p. 27-31. Set-Out 2006.

NAZAROV, A. **Practical Small Craft Design: Combining Art with Science.** *International Journal of Marine Design.* Londres, p. 43-57. jun. 2012.

PIKE, D. **The complete RIB manual: the definitive guide to handling and maintenance.** 1. Ed. Londres: Bloomsbury, 2013. p. 1-21.

PRODANOV, C. C. FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROZENFELD, H. FORCELLINI, F. A. AMARAL, D. C. TOLEDO, J. C. SILVA, S. L. ALLIPRANDINI, D. H. SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SAATY, T.L. (2008) 'Decision making with the analytic hierarchy process', *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, p.83–98.

TAGGART, R. **Ship Design and Construction.** Nova Iorque: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1980. p. 1-50.

VOLVOPENTA. **Products Guide.** 2015.

APÊNDICE A – Questionário Aplicado e Respostas

Neste documento estão dispostas informações a serem consideradas no questionário para apoio do levantamento das necessidades dos clientes, bem como o próprio questionário. Vale salientar que o presente questionário tem como objetivo a abordagem da função da embarcação em seu uso, para o levantamento das necessidades da mesma.

Como uma forma de analisar o uso da embarcação nas diversas do ciclo de vida, o questionário foi organizado nas fases de: fabricação, armazenagem, transporte, serviço de patrulha e resgate (uso) e inspeções/manutenção. Estas fases foram estabelecidas considerando o uso do equipamento, propriamente dito.

A seguir tem-se a explicação do que se é buscado com cada um desses itens.

Fabricação: compreende a etapa de transformação da matéria-prima. Busca-se aqui a obtenção das necessidades por parte do fabricante, desde a quantidade produzida e o modo de fabricação utilizado até o mapeamento dos clientes existentes e o pós-venda, com o transporte para entrega e o descarte do produto.

Armazenagem: compreende o período em que a embarcação não está em serviço e se encontra guardada. Com isso busca-se um levantamento de características necessárias à embarcação para manutenção da integridade da embarcação durante épocas parada;

Transporte: o transporte da mesma, nesta etapa de uso, diz respeito principalmente a atividade de deslocamento da embarcação, dada a aparição de serviço para a mesma. Busca abranger necessidades existentes entre a retirada da embarcação da água e armazenamento em sua garagem e também entre a retirada da mesma de sua garagem e imersão no local de uso;

Serviço: pode ser vista como a principal etapa do uso da embarcação em sua função, aqui será utilizada para identificação de pontos a serem analisados para o levantamento das necessidades existentes no serviço de resgate e/ou patrulha costeiro;

Inspeções e manutenção: essa etapa busca evidenciar características necessárias à embarcação para inspeções e manutenções da mesma. As inspeções são aqui tratadas como verificações e ajustes rotineiros que podem ser executados pelo próprio usuário. Já manutenção tem relação com a efetiva manutenção da embarcação, seja ela preditiva ou corretiva.

QUESTIONÁRIO SOBRE A EMBARCAÇÃO

(Usuário e fabricante)

1. Qual tipo de embarcação é normalmente utilizado para este serviço?

Garuva	Monocasco
Balneário Camboriú	Semirrígido
Itajaí	Resgate costeiro: casco em fibra de vidro com infláveis.
Florianópolis	Para resgate em mar aberto, é uma embarcação de menor porte utilizamos casco rígido de fibra com infláveis.

2. Poderia informar o motivo dessa preferência?

Garuva	A lancha é utilizada no canal Palmital e em rios locais, o barco tem servido para o serviço.
Balneário Camboriú	Mais se adequa ao preço e ao costume de resgate. Mais seguro em alto mar.
Itajaí	Além de mais estável, ele pode alagar que os colares garantem flutuabilidade;
Florianópolis	

3. Características usualmente vistas em embarcações do gênero, segundo sua experiência.

	Garuva	B.C.	Itajaí	Florianópolis
Comprimento [m]	5,5		5,5	
Boca [m]	1,4			
Calado [m]	0,3	Florianópolis: O menor possível, porém levando em consideração toda a parte da roda de proa. Para evitar que o fundo fique muito chato e atrapalhe na navegação contra as ondas e ventos		
Potência instalada [hp]	50	90	90	
Tipo de motorização	Popa	Popa	Popa	
Material do casco	Alumínio	Fibra de vidro	Fibra de vidro	
Autonomia	2 horas de operação	Tanque de 140 litros	Tanque de 120 litros	
Velocidade [kt]				

QUESTIONÁRIO DO USUÁRIO

Armazenagem

1. Como a embarcação é guardada quando não está em atividade?

Garuva	Garagem.
Balneário Camboriú	Marina, coberta.
Itajaí	Garagem
Florianópolis	Pátio, porém ficam cobertas.

2. A embarcação é guardada em local abrigado?

Garuva	Sim.
Balneário Camboriú	Sim.
Itajaí	Sim.
Florianópolis	Pátio, porém ficam cobertas.

3. Quais equipamentos/ferramentas são utilizados para sustentar a embarcação durante a armazenagem?

Garuva	Carretinha.
Balneário Camboriú	Carretinha.
Itajaí	Carretinha.
Florianópolis	Carretinha.

4. Qual o tamanho do espaço disponível para a armazenagem da embarcação?

Garuva	Aproximadamente 5m*3,2m
Balneário Camboriú	Dimensões próximas às da embarcação atual
Itajaí	Ambiente aberta. Irrestrito.
Florianópolis	Pátio da corporação.

5. Durante a armazenagem, os equipamentos de resgate são guardados juntos com a embarcação?

Garuva	Uma parte fica no barco. Itens mais caros são guardados no almoxarifado.
Balneário Camboriú	Não. Guardados em local separado. São alocados no momento da ocorrência.
Itajaí	Guardados em outro local.
Florianópolis	

Transporte

6. Como é feito o transporte da embarcação do local de armazenagem para o local de uso?

Garuva, B.C., Itajaí e Florianópolis	Caminhonete com carretinha
---	----------------------------

7. É necessária alguma ação de transferência da embarcação da garagem para o meio de transporte?

Garuva	Não, a embarcação permanece na carretinha
Balneário Camboriú	Não, sempre alocada na carretinha
Itajaí	Não.
Florianópolis	Não.

8. Como a embarcação é colocada na água?

Garuva	A carretinha é submergida juntamente com o casco
Balneário Camboriú	Na marina, existe uma groa e um guindaste que coloca a embarcação na água. Empilhadeira, pega a embarcação por baixo.
Itajaí	A carretinha é submergida juntamente com o casco
Florianópolis	A carretinha é submergida juntamente com o casco

9. Existe algum fator limitante ao tamanho e/ou peso da embarcação quanto ao aparato de transporte utilizado atualmente?

Garuva	Talvez a carretinha.
Balneário Camboriú	O tamanho atual. Difícil o transporte em casos de dimensões maiores (5,5 m)
Itajaí	Talvez a carretinha.
Florianópolis	Sem problemas com embarcação menor.

10. Como é feita a fixação da embarcação em seu meio de transporte?

Garuva	Guincho de proa e cabos laterais
Balneário Camboriú	Guincho de proa e cabos laterais
Itajaí	Guincho de proa e cabos laterais
Florianópolis	Guincho de proa e cabos laterais

11. Existe mais alguma característica importante a ser pensada na fase de projeto e que não foi mencionada? Qual?

Garuva	
Balneário Camboriú	Não pode ser muito alta (caso de cabine, garagens túneis).

Itajaí	
Florianópolis	É importante ter harmonia entre os três componentes, carreta, barco e viatura. Devem ser proporcionais em tamanho e peso.

Serviço

12. Quais as habilidades daqueles que usarão o produto?

Garuva	Curso de condutor naval e de mergulho.
Balneário Camboriú	Curso de condutor naval e de mergulho.
Itajaí	Todo pessoal é mergulhador.
Florianópolis	Condutores navais.

13. Qual o tempo de vida usual do produto?

Garuva	
Balneário Camboriú	Última embarcação é de 2005 e está em ótimas condições. (Manutenção preventiva)
Itajaí	As atuais foram adquiridas em 2014; No geral as embarcações têm alta durabilidade.
Florianópolis	

14. Quais são as condições de segurança relacionadas com as pessoas, o produto e o ambiente?

Garuva	Coletes salva-vidas, âncora, cabo flutuante, life-belt.
Balneário Camboriú	Obrigatórios: coletes, Inseridos depois: extintor, girofléx com sirene. Problema na embarcação antiga: aparato na popa (aero fólio); problema com vibração, a base, de inox, sempre quebrava coloca girofléx, sirene e faróis, coletes e life belts.
Itajaí	Seria bom a utilização de protetores de hélices. Proteje vítimas e também o hélice.
Florianópolis	Coletes salva-vidas com acionamento automático, com sinalizador via GPS. Também é importante o desenvolvimento de algum sistema de clipagem dos integrantes da tripulação ao barco na área do convés para situações de mar extremo. A embarcação deve ser construída com material muito resistente a impactos pelas características do serviço de resgate (exemplo as embarcações que temos de poliuretano). E a utilização de diesel s-10.

15. O serviço a ser desempenhado pela embarcação conta normalmente com quantos integrantes?

Garuva	Três, no mínimo dois.
Balneário Camboriú	No mínimo 2 e no máximo 4. (Geralmente 2)
Itajaí	Mínimo 2; normalmente dois.
Florianópolis	Normalmente dois, sendo o ideal 4 ou 5 elementos, dependendo do tamanho do barco.

16. Qual a gama de serviços que será ofertada na embarcação em sua operação? (Patrulha, resgate etc.)

Garuva	Operação veraneio e rondas ambientais
Balneário Camboriú	Somente resgate, algumas vezes patrulha, apoio de embarcações deriva.
Itajaí	Rondas (fazer visualização do litoral, movimento de banhistas, nível de risco); Serviço de prevenção em eventos náuticos; (natação, campeonatos de parapentes etc); Resgate de corpo e embarcações à deriva;
Florianópolis	Será empregada na Busca e resgate, prevenções e patrulhamento de área.

17. Quantas pessoas poderão ser resgatadas?

Garuva	Total de cinco pessoas à bordo.
Balneário Camboriú	Já foram inseridas oito pessoas em uma situação de resgate.
Itajaí	Já foram aportadas 7 pessoas em uma situação de treinamento;
Florianópolis	No mínimo 10 pessoas.

18. Qual a autonomia esperada da embarcação?

Garuva	3 horas.
Balneário Camboriú	6 horas.
Itajaí	8 horas.
Florianópolis	24 horas, em velocidade de cruzeiro.

19. Quais as velocidades requeridas pelos serviços feitos?

Garuva	
Balneário Camboriú	Não exige altas velocidades. A embarcação é muito utilizada no resgate de corpos.
Itajaí	Não necessita de velocidades muito altas;
Florianópolis	Deve ser uma embarcação mista, com boa velocidade e boa navegação em alta velocidade e capacidade de carga.

20. A embarcação será utilizada em que ambiente? (Água doce/salgada)

Garuva	Água doce, principalmente.
Balneário Camboriú	Água salgada.
Itajaí	Água salgada.
Florianópolis	Água salgada.

21. Tem conhecimento de possíveis implementos que podem ser feitos na embarcação para melhorar ou auxiliar na qualidade dos serviços prestados?

Garuva	Embarcação nova, mais potente.
Balneário Camboriú	Com suporte de equipamentos; Já equipada com sinalização (girofléx, sirene, farol); Sistema de comunicação, por rádio; (sistema de comunicação específico do corpo de bombeiros); Interessante ter Cobertura.
Itajaí	Rádio com canal do bombeiro; Gps e sonar; (profundidade interfere bastante no mergulho) Alguma proteção, uma espécie de casaria, seria interessante. (Até mesmo somente cobertura)
Florianópolis	Incluir na embarcação uma bomba de combate a incêndio, radar, sonar, visão noturna, farol de busca, boa radio comunicação, pau de carga que possa puxar uma embarcação de pequeno porte para dentro do convés (ex: inflável de 3-4 metros), câmera infravermelha, farto material de salvatagem, cabine com local apropriado para transporte de vítimas em maca rígida, que tenha facilidade de se puxar a embarcação para terra em carreta de encalhe com boa estrutura. Sugiro também uma plataforma na popa automatizada para embarque e desembarque da tripulação ou vítimas na água.

22. Já utilizou embarcações do gênero? Se sim, existe alguma experiência a ser compartilhada buscando o aperfeiçoamento do produto?

Itajaí	No caso do serviço de mergulho, um local para guarda equipamentos seria interessante.
Florianópolis	Não foi apresentado nenhuma embarcação específica para tal, apenas adaptações.

Inspecões e manutenção

23. Qual a filosofia de manutenção utilizada? (Corretiva, preventiva etc.)

Garuva	Preventiva
---------------	------------

Balneário Camboriú	Preventiva; sempre que a embarcação é utilizada o casco e o motor são lavados, sendo que o casco é lavado com água e sabão e o motor somente água. Após a limpeza o motor é lubrificado.
Itajaí	Preventiva
Florianópolis	Preventiva

24. As atividades de manutenção serão feitas por mão-de-obra especializada?

Garuva	Sim
Balneário Camboriú	Feita por membros da corporação; Quando o motor é novo, é utilizado o controle de horas para inspeções de garantia; Ademais, somente o caso corretivo é feito por mão-de-obra especializada;
Itajaí	Sim, uma empresa contrata faz as manutenções dentro dos tempos especificados;
Florianópolis	Sim.

25. Qual o tempo entre manutenções?

Garuva	Inspeção a cada 15 dias e revisão geral a cada 6 meses.
Balneário Camboriú	Entre operações, sempre que utilizada é limpa e lubrificada (motor).
Itajaí	Existe uma tabela para o auxílio;
Florianópolis	Especificado em manual.

26. Conhece características presentes nos sistemas abaixo que podem ser pensadas em projeto para melhorias na manutenção da embarcação? Se sim, cite brevemente na linha abaixo do sistema.

	Florianópolis	B.C.
Motorização		Motor único, menor manutenção
Sistema elétrico/eletrônico	Radares, GPS, sondas, sonares.	Pensado para atender todos os acessórios existentes. Centrais dos acessórios em locais estanques.
Tubos	Poliuretano.	
Casco	Poliuretano.	
Equipamentos de salvamento	Coletes automáticos.	
Sistema de direção	Hidráulica.	
Acentos e apoios	Individuais com local para transporte de maca.	

27. Existe mais alguma característica adicional que poderia auxiliar na melhoria do processo de manutenção e que não foi citada? Comente brevemente.

Itajaí	Para embarcações maiores, por dar menos manutenções, o motor 4t. é preferível; Já para o caso de embarcações de menor porte, motores dois tempos são utilizados, visando a redução do peso
---------------	--

QUESTIONÁRIO DO FABRICANTE

Clientes e Mercado

1. Quais são os clientes afetados diretamente pelo produto? (Não apenas quem compra e usa, mas quem estará em contato com sua função.)

Gamper	
---------------	--

2. Quais são os clientes secundários, aqueles que, de alguma forma, tem relação com o produto?

3. O que os clientes gostariam de conseguir com o produto? (Desempenho, custo, qualidade etc.)

Gamper	Geralmente os clientes querem aliar o desempenho e custo de operação com a funcionalidade do equipamento, procurando sempre um equilíbrio. Por experiência, sabemos que se é muito barato pode não ser um produto que atenda às necessidades. Porém um produto que excede às expectativas geralmente extrapola o orçamento.
---------------	---

4. Quem são os compradores? Compram de quem? De que forma? (Objetivo aqui é mapear o responsável pela aquisição e o processo existente para compra)

Gamper	Os compradores em sua grande maioria são instituições públicas ou privadas. No caso das instituições públicas a aquisição é direto de fábrica por licitação. Nas privadas é feita ou diretamente pela fábrica ou através de representantes comerciais.
---------------	--

Produção, distribuição e instalação.

5. Quantos produtos serão produzidos? Produção em série ou customizada?

Gamper	Customizada.
---------------	--------------

6. Qual deverá ser o tempo de produção do produto?

Gamper	Depende da quantidade de equipamentos.
---------------	--

7. Quais materiais serão utilizados?

8. Quais os processos de fabricação serão utilizados e quais estão disponíveis?

9. Quais as habilidades dos envolvidos com a produção?

10. Como o produto será testado?

Gamper	O produto será testado em água após estar pronto, onde serão testados estabilidade, desempenho e velocidade final do equipamento.
---------------	---

11. Como o produto será embalado?

Gamper	As partes onde podem ocorrer avarias serão embaladas com plástico e papelão.
---------------	--

12. Como o produto será transportado?

Gamper	Caminhão
---------------	----------

Empresa

13. Como o empreendimento será custeado?

Gamper	Verba própria.
---------------	----------------

14. Qual é o tempo disponível?

Gamper	Seis meses.
---------------	-------------

15. Qual é o máximo custo aceitável para o produto?

16. Quais são os fornecedores preferenciais?

Fatores externos

17. Quais os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários e quais estão disponíveis?

18. Qual é a legislação associada com o produto, os clientes e a empresa?

Gamper	A legislação para as embarcações de resgate devem atender prontamente as normas da DPC e também as normas internacionais SOLAS.
---------------	---

19. Como pode o produto perturbar o meio ambiente?

APÊNDICE B – Imagens de Embarcações de Itajaí e Balneário Camboriú

Figura 5.1 - Embarcação de Balneário Camboriú. Em (a) tem-se uma visão do exterior da embarcação. Em (b) pode ser visto o apoio do comandante. Em (c) o motor de 90 hp é mostrado.

(a)



(b)



(c)



Fonte: Autor (2016).

Figura 5.2 – Embarcação de Itajaí. Em (a) vista externa das embarcações. Em (b) vista do interior da embarcação.

(a)



(b)



Fonte: Autor (2016).